NORGES HANDELSHØYSKOLE

Bergen, Vår, 2016

Å investere i volatilitet

Egenskaper, marked og nytte i porteføljesammenheng

Fredrik Birkeland Aass og Henrik Døvik

Veileder: Tommy Stamland

Selvstendig arbeid, hovedprofil i finansiell økonomi

NORGES HANDELSHØYSKOLE

Dette selvstendige arbeidet er gjennomført som ledd i masterstudiet i økonomi- og administrasjon ved Norges Handelshøyskole og godkjent som sådan. Godkjenningen innebærer ikke at Høyskolen eller sensorer innestår for de metoder som er anvendt, resultater som er fremkommet eller konklusjoner som er trukket i arbeidet.

Denne siden er blank.

Forord

Denne masterutredningen er skrevet i forbindelse med avslutning av masterstudiet i økonomi og administrasjon ved Norges Handelshøyskole. Utredningen utgjør 30 studiepoeng og er skrevet over ett semester.

Utredningen tar for seg flere aspekter ved å investere i volatilitet og har vært tidkrevende men interessant å jobbe med. Vi vil rette en stor takk til alle respondenter i vår spørreundersøkelse i tillegg til andre informanter som har bidratt til utredningen.

En stor takk rettes også til vår veileder, Tommy Stamland, som spesielt ved valg av problemstilling kom med avgjørende innspill. Venner og familie takkes også for støtte under arbeidet.

Bergen, 20. juni 2016

Fredrik Birkeland Aass

Henrik Døvik

Sammendrag

Utredningen tar for seg flere aspekter ved investering i volatilitet. For det første ser vi på de mest benyttede instrumentene for å oppnå en ren eksponering mot volatilitet, herunder volatilitetsfutures, volatilitetsopsjoner og varians-swapper. Vi forklarer derivatenes egenskaper, samt forskjeller og likheter mellom dem.

Deretter følger en kartlegging av tidligere litteratur som tar for seg inkludering av volatilitetsinstrumenter i porteføljer bestående av andre aktiva. Vi går i dybden på fire av disse studiene. Den tidligere litteraturen viser seg å være preget av et stort mangfold av metoder og tilnærminger, med svært varierende resultater.

Videre undersøker vi markedet for volatilitetsinstrumenter ved blant annet å samle inn primærdata fra markedsaktører i form av en spørreundersøkelse. Vi fokuserer på de forskjellige aktørenes motiver for å investere i volatilitetsinstrumenter. Basert på praksis i eksisterende litteratur, skiller vi mellom motivene spekulasjon, diversifisering og sikring. Vi fokuserer også på hvilke instrumenter aktørene benytter. Resultatene viser at forskjellige motiver for investering i volatilitet er utbredt blant aktørene, men at spekulasjon og sikring er hovedmotivene.

I tillegg har vi vurdert nytten av å inkludere volatilitetsfutures i en aksjeportefølje ved bruk av en dynamisk, betinget optimaliseringsmodell foreslått av Brandt og Santa-Clara (2006). Vi tester modellen «in-sample» og «out-of-sample», for én og to investeringsperioder. Betingede variabler velges på grunnlag av hvorvidt de viser tegn til å predikere fremtidig avkastningsfordeling. Vi får blandede resultater. Den betingede enkeltperiodeporteføljen gir signifikant forbedring av risikojustert avkastning, sammenlignet med en ren aksjeportefølje «out-of-sample». Den betingede toperiodeporteføljen gir derimot svakest resultater av samtlige porteføljer «out-of-sample».

Innholdsfortegnelse

FORORD **3**

SAMMENDRAG **4**

INNHOLDSFORTEGNELSE **5**

1. INNLEDNING **8**

1.1 BAKGRUNN 8

1.2 AVGRENSNING OG PROBLEMSTILLING 9

1.3 DISPOSISJON 10

2. VOLATILITET **11**

2.1 HISTORISK VOLATILITET 11

2.2 IMPLISITT VOLATILITET 14

2.3 VOLATILITETENS RISIKOPREMIE 16

3. VOLATILITETSDERIVATER **17**

3.1 VOLATILITETSINDEKSER 17

3.1.1 Historie *17*

3.1.2 Konstruksjon *18*

3.1.3 Statistisk karakteristikk *20*

3.2 VOLATILITETSFUTURES 23

3.3 VOLATILITETSOPSJONER 26

3.4 VARIANS-SWAPPER 27

4. GJENNOMGANG OG ANALYSE AV TIDLIGERE LITTERATUR **29**

4.1 METODE 29

4.2 OPPSUMMERING AV TIDLIGERE LITTERATUR 31

4.3 EVALUERING AV TIDLIGERE LITTERATUR – FIRE VERK SOM OMHANDLER VOLATILITETSDERIVATER I PORTEFØLJESAMMENHENG 35

4.3.1 "VIX futures and options – a case study of portfolio diversification during the 2008 financial crisis" (Szado, 2009) *35*

4.3.2 "Volatility exposure for strategic asset allocation" (Brière, et al., 2010a) *38*

4.3.3 "The diversification effects of volatility-related assets" (Chen, et al., 2011) *41*

4.3.4 "Diversification with volatility products" (Alexander, et al., 2016) *44*

4.4 GENERELLE OG SPESIFIKKE KONKLUSJONER KNYTTET TIL VOLATILITETSDERIVATER I PORTEFØLJESAMMENHENG 47

5. MARKEDET FOR VOLATILITETSINSTRUMENTER 49

5.1 AKTØRER I MARKEDET FOR VOLATILITETSINSTRUMENTER 49

5.2 AKTØRENES MOTIVER VED VOLATILITETSINVESTERINGER 53

5.2.1 Metode *53*

5.2.2 Resultater og analyse *57*

5.3 DRØFTING 65

6. PORTEFØLJEOPTIMALISERING I ET DYNAMISK, BETINGET RAMMEVERK ... 69

6.1 MODELLEN 69

6.2 DATA 74

6.3 IN-SAMPLE, ÉN PERIODE 77

6.4 OUT-OF-SAMPLE, ÉN PERIODE 82

6.5 OUT-OF-SAMPLE, TO PERIODER 86

6.6 OUT-OF-SAMPLE, UTVIDELSER 90

6.7 DRØFTING 91

7. OPPSUMMERING OG KONKLUSJON 94

LITTERATURLISTE 96

APPENDIKS A 107

APPENDIKS B 108

APPENDIKS C 109

APPENDIKS D **110**

APPENDIKS E **112**

1. Innledning

1.1 Bakgrunn

«Watch the VIX: It Matters This Time» lyder en artikkel i «The Wall Street Journal» den 15 juni 2016, i forbindelse med Storbritannias folkeavstemning om EU-medlemskap som skal avholdes uken etter. Den såkalte fryktindeksen har steget fra 14,1 til 19,2 prosentpoeng i løpet av en uke, skriver Lahart (2016). Det refereres til «Chicago Board Options Exchange Volatility Index» (VIX), et mål på 30 dagers implisitt volatilitet i aksjeindeksen S&P 500 og fast innslag hos flere av de største finansavisene. VIX-indeksen blir ofte omtalt som «the investor fear gauge», et begrep innført av Whaley (2000).

VIX-indeksen ble introdusert i 1993, men er i seg selv ikke investerbar. Futureskontrakter og opsjoner basert på VIX-indeksen ble derfor introdusert i henholdsvis 2004 og 2006, og siden den gang har handelen i disse økt betraktelig. I perioden mellom juni 2009 og juni 2016 økte «open interest» med om lag 2 000 % og 300 % for henholdsvis VIX-futures og VIX-opsjoner.[1] Grunnet sin suksess har VIX-metodologien også dannet grunnlaget for volatilitetsindekser i andre markeder og aktivaklasser.[2]

I tillegg har en rekke børsnoterte produkter (ETP-er) basert på volatilitetsfutures gjort investering i volatilitet tilgjengelig også for mindre investorer. Den mest populære av disse, VXX, har en markedsverdi på om lag 1,84 milliarder USD og tre måneders gjennomsnittlig daglig volum på 70 millioner.[3] Siden introduksjonen i 2009, har VXX hatt en totalavkastning på -99,8 %, og et sentralt spørsmål vil være hva som får så mange til å investere i et slikt produkt.

En mulig forklaring kan være den veldokumenterte negative korrelasjonen mellom aksjer og volatilitet (Bekaert & Wu, 2000). Det er hovedsakelig to fundamentale forklaringer på denne negative korrelasjonen. Ifølge Black (1976) og Christie (1982) vil en prisreduksjon i aksjer

---

[1] VIX-futures: «Open interest» 02.06.2009 = 21 309, «Open interest» 31.05.2016 = 468 183 (Data fra «U.S. Commodity Futures Trading Commision»). VIX-opsjoner: «Open interest» 02.06.2009 = 1 570 211, «Open interest» 31.05.2016 = 6 528 946 (Data fra «Chicago Board Options Exchange»).

[2] For eksempel «VSTOXX» basert på «Euro Stoxx 50», «VSMI» basert på «Swiss Market Index», og «India VIX» basert på «Nifty 50» (Siriopoulos & Fassas, 2013).

[3] Data er per 15.06.2016 og hentet fra http://etfdb.com/etf/VXX/.

øke selskapers belåningsgrad som igjen vil føre til økt risiko og volatilitet («leverage effect»). Pindyck (1984), French, et al. (1987) og Campell og Hentschel (1992) presenterer en forklaring av motsatt kausalitet, hvor en forventet økning i volatilitet øker investorers avkastningskrav som igjen fører til lavere priser («volatility feedback effect»).

1.2 Avgrensning og problemstilling

Selv med den økte interessen for volatilitetsderivater og andre relaterte produkter i løpet av de siste årene, er mengden akademisk litteratur nokså begrenset sammenlignet med tradisjonelle aktivaklasser som aksjer og obligasjoner. Videre er den eksisterende litteraturen preget av korte datagrunnlag og inneholder svært varierende fremgangsmåter og resultater. Vi ønsker derfor å skape en oversikt over tidligere forskning i tillegg til å supplere denne med egne undersøkelser. Utredningens hovedproblemstilling er:

«I hvilke sammenhenger egner det seg å investere i volatilitet?»

Med «å investere i volatilitet» mener vi å investere i finansielle instrumenter der utbetalingen («payoff») avhenger direkte av volatilitet. I utredningen vil vi omtale slike instrumenter som «volatilitetsinstrumenter» eller «volatilitetsderivater», samt investeringer i disse som «volatilitetsinvesteringer» eller en «ren eksponering mot volatilitet». Vanlige aksjeopsjoner inkluderes ikke i denne kategorien. Selv om deres verdi avhenger av blant annet volatilitet, så avhenger utbetalingen kun av underliggende aksje.

Videre begrenses utredningen til kun å forholde seg til volatilitet i aksjeindekser. Ettersom VIX-indeksen har lengst historie og de mest handlede derivatene i denne kategorien, vil egne undersøkelser basere seg på denne. Flere volatilitetsindekser er riktignok basert på VIX-metodologien, og følgelig vil våre funn til en viss grad være overførbare.

For å ytterligere konkretisere vår hovedproblemstilling har vi utarbeidet tre underliggende forskningsspørsmål:

1. *På hvilke måter kan ren eksponering mot volatilitet oppnås og hva kjennetegner disse?*
2. *Hvorfor eksisterer et marked for volatilitetsinstrumenter?*
3. *Er det optimalt å inkludere volatilitetsinstrumenter i en portefølje bestående av andre aktiva?*

Relativt lite tilgjengelig litteratur kombinert med vårt mål om å gi innsikt og skape forståelse taler for et eksplorativt forskningsdesign (Gripsrud, et al., 2010). Vi tar for oss forskjellige aspekter ved å investere i volatilitet som i videre forskning kan undersøkes nærmere. Utredningen består av forskjellige metodiske tilnærminger for på best mulig måte å belyse vår problemstilling. Redegjørelse for disse metodene inkluderes i de aktuelle kapitlene.

1.3 Disposisjon

Utredningen består av totalt syv kapitler. Kapittel to og tre dekker teori og annen relevant informasjon for utredningens senere kapitler. Kapittel to tar for seg de mest grunnleggende metodene for å beregne og predikere volatilitet, mens kapittel tre retter fokus mot vårt første forskningsspørsmål ved å ta for seg de mest sentrale volatilitetsderivatene.

Kapittel fire inneholder en gjennomgang og analyse av tidligere litteratur som tar for seg inkludering av volatilitetsinstrumenter i porteføljer bestående av andre aktiva. Hensikten med litteraturstudien er hovedsakelig å skape en oversikt over tidligere forskning samt belyse vårt tredje forskningsspørsmål.

I kapittel fem retter vi fokus mot vårt andre forskningsspørsmål ved å kartlegge de forskjellige aktørene i markedet for volatilitetsinstrumenter og deres motiver for å investere i volatilitet. Blant annet samles det inn primærdata via et web-basert spørreskjema grunnet mangel på tilsvarende informasjon i den eksisterende litteraturen.

I kapittel seks undersøkes kombinasjonen av volatilitetsfutures og en aksjeportefølje i et dynamisk betinget rammeverk. Dette for å supplere litteraturen i kapittel fire og belyse vårt tredje forskningsspørsmål. Kapittel syv avslutter utredningen med oppsummering og konklusjon.

2. Volatilitet

Et av de mest grunnleggende konseptene innenfor det finansielle fagområdet er risiko. Risiko ligger i bunn av det aller meste som eksisterer av investeringsteori, og få emner innenfor finans blir det viet like mye oppmerksomhet til. Et fundamentalt prinsipp i finansverdenen er ideen om at investorer krever kompensasjon for den risikoen de påtar seg. Dette gjør risiko til en avgjørende faktor i enhver investeringsbeslutning. De faktiske risikonivåene som gjelder i kapitalmarkedene til enhver tid er riktignok ikke direkte observerbare.

Det er foreløpig ikke noe entydig svar på hvordan vi på best mulig måte kan måle risiko, og hvordan vi kan forutsi fremtidig risiko. Mange forsøk er derimot gjort for å besvare disse spørsmålene. Begrepet som ofte benyttes for å beskrive svingninger i verdien på finansielle instrumenter er volatilitet. For å kunne diskutere volatilitet på en meningsfull måte må vi definere hva vi mener med svingninger, og hvordan vi måler disse. Vi vil i dette kapittelet gi en kort oversikt over de mest grunnleggende metodene for å beregne og predikere volatilitet. Formålet med å presentere de forskjellige volatilitetsmodellene er å poengtere at volatilitetsestimater i stor grad varierer ut ifra hvilke antakelser man gjør om volatilitetsdynamikken.

2.1 Historisk volatilitet

Volatiliteten i et finansielt aktivum måles ofte som variansen (σ^2) eller standardavviket (σ) til aktivumets avkastning. Variansen defineres som den forventede verdien av kvadrerte avvik fra forventet avkastning (r) (Bodie, et al., 2014):

$$\sigma^2 = E[(r - E[r])^2] \tag{1}$$

Forventede verdier er derimot ikke direkte observerbare i praksis, og vi må derfor estimere disse. Et naturlig sted å begynne for å estimere varians, vil derfor være å beregne historisk varians. Historisk varians måler den realiserte variasjonen i aktivumavkastningen. Denne finnes ved å beregne det empiriske gjennomsnittet (justert for antall frihetsgrader) av de kvadrerte avvikene fra gjennomsnittlig avkastning $(\bar{r})$:

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(r_i - \bar{r})^2 \tag{2}$$

Standardavviket er kvadratroten av varians. Standardavviket har den fordelen av at det uttrykkes i samme enhet som datagrunnlaget, noe som gjør standardavviket til et mye mer intuitivt mål på risiko. Hvis avkastningsperiodene er korte, kan vi anta at gjennomsnittlig avkastning er nærme null. Hvis vi i tillegg antar at n er stor, kan vi beregne varians som gjennomsnittet av kvadrerte avkastninger. Disse antakelsene vil gjelde gjennom hele dette delkapittelet.

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} r_i^2 \tag{3}$$

Variansestimatet kan annualiseres ved å multiplisere med antall avkastningsperioder i et år. Elektroniske plattformer hvor priser på finansielle aktiva oppdateres jevnlig, gir oss muligheten til å beregne varians fra avkastningsdata med ekstrem høy frekvens. Ved å summere kvadrerte logaritmiske avkastningstall over en lengre periode, finner vi periodens «realized quadratic variation» (McDonald, 2014).

Formel 3 gir et estimat på volatiliteten til et aktivum. Estimatet baserer seg på historiske avkastningstall, og tar ikke hensyn til at den faktiske volatiliteten kan endre seg over tid. French og Roll (1986) viser at aktivaprisene er mye mer volatile i ukedager enn i helgene. Dersom alle dager var like, ville vi ikke forventet å finne et slikt mønster. Volatilitetsklynger beskriver det fenomenet at store prisendringer har en tendens til å bli etterfulgt av store endringer, mens perioder med små prisendringer ofte etterfølges av perioder med tilsvarende små endringer (Mandelbrot, 1963). Dette åpner behovet for estimeringsmetoder som tar hensyn til at volatilitet i finansmarkedene virker å være tidsvarierende.

Metoden i formel 3 vekter alle observasjoner likt. Funnene til Mandelbrot (1963) tyder derimot på at dagens volatilitetsnivå i større grad forklares av observasjoner nærmere i tid. En måte å håndtere dette på er å benytte eksponentielt vektet glidende gjennomsnitt (EWMA). Eksponentiell vekting gjør at observasjonenes vekter avtar eksponentielt med avstanden i tid fra estimeringstidspunktet. EWMA for tidspunkt t beregnes som et vektet gjennomsnitt av volatilitetsestimatet og det kvadrerte avkastningstallet, på tidspunkt $t-1$:

$$\hat{\sigma}_t^2 = (1-\lambda)r_{t-1}^2 + \lambda\sigma_{t-1}^2 \tag{4}$$

Vektingsparameteren er $0 < \lambda < 1$, og beskriver hvor stor vekt som skal tillegges nylige avkastningstall.[4] Ettersom tiden går, vil avkastningene ha mindre og mindre effekt på volatilitetsestimatet. EWMA-estimatet vil i større grad variere over tid, ettersom nylige utslag i aktivaprisene vil ha større effekt på volatilitetsestimatet, enn i standard variansberegning.

Volatilitetsdynamikken forsøkes også å forklares statistisk ved bruk av en autoregressiv betinget heteroskedastisitetsmodell (ARCH) (Engle, 1982). ARCH-modellen antar at variansen til feilleddet i avkastningsestimeringen er relatert til tidligere perioders feilledd. ARCH tar dermed høyde for volatilitetsklynger ved at variansen til avkastningstallene kan endres over tid. Dersom avkastningsperioden er kort, kan vi anta at estimert avkastning er null, og feilleddet vil således tilsvare avkastningen. En ARCH(n)-modell med n etterslepende feilledd kan uttrykkes

$$\sigma_t^2 = a_o + \sum_{i=1}^{n} a_i r_{t-i}^2 \tag{5}$$

hvor $a_0 > 0$, $a_i \geq 0$ og $\sum_{i=1}^{n} a_i < 1$. Ved innsetting av estimerte verdier av σ_t^2 for fremtidig forventet kvadrert avkastning i formel 5, vil vi kunne estimere fremtidige bevegelser i volatilitet.

Bollerslev (1986) utvidet modellen til Engle (1982) ved å inkludere etterslepende verdier av volatilitet, i tillegg til etterslepende kvadrerte avkastningstall. Denne modellen har fått navnet generalisert autoregressiv betinget heteroskedastisitet (GARCH). En GARCH(n,m)-modell har formen

$$\sigma_t^2 = a_o + \sum_{i=1}^{n} a_i r_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^{m} b_j \sigma_{t-j}^2 \tag{6}$$

hvor $a_0 > 0$, $a_i \geq 0$, $b_i \geq 0$ og $\sum_{i=1}^{n} a_i + \sum_{j=1}^{m} b_j < 1$. En mye benyttet versjon av GARCH er GARCH(1,1):

$$\sigma_t^2 = a_o + a_1 r_{t-1}^2 + b_1 \sigma_{t-1}^2 \tag{7}$$

[4] Mange benytter λ-verdier på 0,94 for daglige avkastningstall, og 0,97 for månedlige avkastningstall, i tråd med RiskMetrics™ (J.P. Morgan, 1996).

Vi kan her tolke a_1 som den effekten et kvadrert avkastningstall har på variansen, og b_1 sier noe om hvor lang tid det tar før effekten av et utslag i tidsserien vil ebbe ut. Denne versjonen tilsvarer en ARCH med uendelig antall etterslepende feilledd (ARCH(∞)). Et GARCH(1,1)-estimat vil tilsvare EWMA dersom de estimerte verdiene for $\mathrm{a_o} = 0$, $\mathrm{a_1} = (1 - \lambda)$ og $\mathrm{b_1} = \lambda$. EWMA er derfor et spesialtilfelle av (G)ARCH.

Det finnes et mylder av utvidelser av ARCH-modellen for å løse forskjellige problemer assosiert med en standard ARCH-modell. For eksempel forsøker GJR-GARCH (Glosten, et al., 1993), NAGARCH (Engle & Ng, 1993), og QGARCH (Sentana, 1995) å ta hensyn til at negative avkastningssjokk øker volatiliteten mer enn positive avkastningssjokk av samme størrelse, grunnet «leverage effect».

Mange forsøk på å modellere prisprosessen til finansielle aktiva benytter også modeller hvor volatilitet i seg selv er en form for stokastisk prosess (Cox & Ross, 1975; Heston, 1993). Noen tar også høyde for at aktivapriser og volatilitet kan oppleve hopp (diskontinuitet i den stokastiske prosessen) (Merton, 1976; Duffie, et al., 2000). Mange av disse modellene er spesielt relevant i sammenheng med opsjonsprising. Den mye brukte Black-Scholes-modellen (Black & Scholes, 1973) for opsjonsprising antar derimot at volatiliteten er konstant over hele opsjonens levetid, og uavhengig av prisnivået på underliggende. Vi vil gå nærmere inn på effektene av denne antakelsen i neste delkapittel.

2.2 Implisitt volatilitet

Vi har presentert forskjellige måter å karakterisere og måle volatilitet på ved bruk av historisk data. En opsjonsprisingsmodell, som for eksempel Black-Scholes-modellen, benytter et bredt sett av parametere for å beregne den «teoretiske» opsjonsprisen. Volatiliteten til underliggende er en viktig faktor for denne prisen. Som vi presiserte i tidligere delkapittel, er det ikke ukomplisert å gi ett enkelt tall på volatiliteten til et finansielt instrument. Spesielt er vi interessert i den volatiliteten vi forventer i fremtidige perioder. Den historiske volatiliteten gir oss dermed problemer, dersom forventet fremtidig volatilitet er forskjellig fra den historiske volatiliteten.

Et annet perspektiv på volatilitetsestimering er å tenke på opsjonsmarkedet som en plass hvor forventet fremtidig volatilitet faktisk kan observeres. Vi kan med andre ord benytte opsjonsprisen man observerer i markedet til å beregne den innebygde forventede volatiliteten

til opsjonen. Denne volatiliteten gir en indikasjon på hvilke svingninger markedet forventer fremover. Man finner med andre ord den volatiliteten som kreves for at en opsjonsprisingsmodell skal være sammenfallende med den observerbare prisen i markedet. Det er denne volatiliteten som kalles implisitt volatilitet, et konsept som ble introdusert av Schmalensee og Trippi (1978).

Høy implisitt volatilitet tyder på at markedet forventer store svingninger fremover, noe som øker prisen på opsjonen. Vi kaller denne sammenhengen for opsjonens vega. Vega måler endringen i opsjonsprisen som følge av endring i volatilitet (McDonald, 2014). Den beregnede implisitte volatiliteten kan fortelle oss noe om prisen på en opsjon.[5] Det er derfor interessant å sammenligne den implisitte volatiliteten til opsjoner med forskjellig utløpsdato og kontraktspris. Empiriske undersøkelser viser at implisitt volatilitet for opsjonskontrakter på samme underliggende varierer både med tanke på opsjonens forfallsdato og kontraktspris. For aksjeopsjoner viser det seg at «in-the money» kjøpsopsjoner vanligvis besitter høyere implisitt volatilitet enn liknende opsjoner som befinner seg «at-the-money» og «out-of-the-money» (McDonald, 2014). På samme måte vil «out-of-the-money» salgsopsjoner besitte høyere implisitt volatilitet enn tilsvarende salgsopsjoner med høyere utøvelsespris. Dette mønsteret kalles ofte for volatilitetssmil. Begrepet stammer fra U-formen man ofte observerer dersom man plotter den implisitte volatiliteten fra et sett med opsjonskontrakter med forskjellig kontraktspris i et diagram. En interessant observasjon er at dette fenomenet ikke så ut til å eksistere før krakket i oktober 1987. Rubinstein (1994) antyder at denne hendelsen endret hvordan investorer oppfatter indeksopsjoner. Et annet fenomen vi ofte observerer i praksis, er at volatilitetssmilet virker å være avtagende med økende løpetid på opsjonene (McDonald, 2014).

Enhver opsjonsprisingsmodell kan brukes til å kalkulere implisitt volatilitet, men Black-Scholes-modellen er ofte benyttet som referanse. Vi vil senere se på en modell-fri beregning av implisitt volatilitet. Denne metoden gjør det mulig å beregne seg frem til ett estimat for den implisitte volatiliteten for en gitt forfallsdato.

[5] Det finnes ofte en rekke forskjellige opsjoner på samme underliggende aktiva, og prisen på opsjonene vil avhenge av prisnivået på underliggende. Implisitt volatilitet er derfor en kort og konsis måte å oppgi det generelle prisnivået til opsjoner på (McDonald, 2014).

2.3 Volatilitetens risikopremie

Det er naturlig å spørre seg om implisitt volatilitet er et presist mål på fremtidig volatilitet. Det viser seg at implisitt volatilitet i gjennomsnitt overgår den realiserte volatiliteten, noe som tyder på at det eksisterer en negativ risikopremie for volatilitet (Grant, et al., 2007). Volatilitetens negative korrelasjon med markedet antyder at volatilitetens negative risikopremie er konsistent med den klassiske kapitalverdimodellen (Sharpe, 1964; Lintner, 1965; Mossin, 1966). Carr og Wu (2009) finner at den negative markedsbetaen kun forklarer en liten del av den negative risikopremien for volatilitet. Forklaringen virker heller ikke å ligge i Fama-French-faktorene (Fama & French, 1993).

Coval og Shumway (2001) viser til store negative avkastninger ved utstedelse av deltanøytrale opsjonsstrategier som gir positiv utbetaling ved store markedsbevegelser. Delta beskriver opsjonsverdiens sensitivitet til endringer i underliggende aktiva (McDonald, 2014). Ved å ta en motsatt posisjon i underliggende aktiva, har man mulighet til å utligne deltaverdien, ofte beskrevet som deltasikring. Bakshi og Kapadia (2003) studerer deltasikrede opsjoner på S&P 500-indeksen, og finner sterk negativ risikopremie for volatilitet. Risikopremien virker også å være tidsvarierende. Bollerslev, et al. (2011) estimerer volatilitetens risikopremie og finner sammenheng mellom denne og økonomiske makrovariabler, inkludert fremtidig aksjeavkastning.

I praksis vil negativ risikopremie for volatilitet bety at investorer er villige til å betale ekstra for å sikre seg mot økninger i volatilitet. Som vi skal se nærmere på senere, har volatilitet en tendens til å skyte i været i dårlige tider (Bodie, et al., 2014). Døskeland (2014) sammenligner derfor høsting av denne risikopremien med å selge forsikring mot store tap i aksjemarkedet. Forsikringsselskaper tjener gode penger i normale tider, men oppnår ekstra store tap fra negative, ekstraordinære hendelser. De aller fleste aktørene i markedet har ikke stor nok finansiell styrke til å påta seg denne type risiko. De få aktørene som er store nok vil derfor ha mulighet til å ta betalt for dette. På grunn av dette, vil investorer som ønsker å kjøpe forsikring måtte betale mer for forsikringen enn den forventede utbetalingen.

3. Volatilitetsderivater

I dette kapittelet tar vi for oss de mest benyttede volatilitetsderivatene samt indeksene de baseres på. Som nevnt finnes det volatilitetsindekser for flere store aksjeindekser og derivater på disse, men VIX-indeksen og VIX-derivatene er uten tvil mest benyttet. I tillegg er flere av volatilitetsindeksene basert på VIX-metodologien. Når vi gjennomgår konstruksjonen av volatilitetsindeksene tar vi derfor utgangspunkt i VIX.

3.1 Volatilitetsindekser

3.1.1 Historie

VIX-indeksen ble den første offisielle volatilitetsindeksen i 1993, men det fantes allerede da et knippe tidligere litteratur på området. For eksempel ble idéen om en indeks basert på opsjonspriser presentert av Gastineau (1977) og Galai (1979). Videre ble idéen om børsnoterte futures- og opsjonskontrakter basert på en volatilitetsindeks presentert av Brenner og Galai (1989), i lys av markedskrasjen i oktober 1987.

VIX-indeksen, introdusert av «Chicago Board Options Exchange» (CBOE), er et mål på forventet 30 dagers volatilitet i aksjemarkedet med utgangspunkt i S&P 500 (SPX) indeksopsjoner (CBOE, 2015). Før 2014 var det kun månedlige indeksopsjoner som inngikk i kalkuleringen av VIX, men per i dag inkluderes også ukentlige indeksopsjoner for økt presisjon. Ifølge Whaley (1993; 2009) ble indeksen først introdusert med følgende to hovedhensikter: å utgjøre et referansenivå for forventet volatilitet på kort sikt, og for å fungere som underliggende indeks for volatilitetsfutures og -opsjoner.

I utgangspunktet var VIX basert på «near-the-money» indeksopsjoner på S&P 100 (OEX). Den implisitte volatiliteten til de åtte nærmeste og nest nærmeste opsjonsseriene[6] ble kalkulert ved bruk av Black-Scholes-modellen, hvor de nærmeste opsjonsseriene er seriene med kortest tid til forfall. Vekting av opsjonsseriene gjorde at indeksen representerte 30 dagers implisitt volatilitet (Whaley, 1993; 2000). Det var i 2003 at CBOE, i samarbeid med Goldman Sachs, gikk over til å benytte opsjoner på SPX til fordel for OEX (Whaley, 2009; CBOE, 2015). Den

[6] Opsjoner med samme underliggende, utøvelsespris og tid til forfall.

opprinnelige indeksen basert på OEX ble samtidig omdøpt til VXO. I tillegg inkluderte den nye indeksen «out-of-the-money» opsjoner i beregningsgrunnlaget, og et vektet gjennomsnitt av opsjonenes priser ble benyttet framfor implisitt volatilitet. I følge Whaley (2009) var bytte fra OEX til SPX hovedsakelig et resultat av at hovedvekten av handelsvolumet for indeksopsjoner hadde skiftet fra å være basert på førstnevnte indeks, til sistnevnte. Inkluderingen av «out-of-the-money» opsjoner var begrunnet med markedsaktørenes økte interesse for porteføljeforsikring i form av «out-of-the-money» salgsopsjoner.

Lansering av børsnoterte derivater basert på VIX-indeksen skjedde først i mars 2004, da CBOE introduserte VIX-futureskontrakter på den nye «CBOE Futures Exchange» (CFE) (CBOE, 2015). Om lag to år senere, i februar 2006, ble også VIX-opsjoner lansert.

Det er per i dag ingen volatilitetsindeks for det norske markedet, men Oslo Børs vurderer dette kontinuerlig. Eljar Roland fra Oslo Børs gir følgende uttalelse:

> *«Oslo Børs vurderer kontinuerlig indeks og produktutvikling, deriblant volatilitetsindeks. Volatilitetsindeks er et stadig tilbakevennende tema, men dessverre har ikke etterspørselen etter «rene» volatilitetsprodukter i markedet vært stor nok til at det har materialisert seg i en ferdigutviklet indeks (...). I tillegg til etterspørselen og størrelsen på markedet er det også en del praktiske aspekter å ta hensyn til, ikke bare metodologi, men også om indeksen blir robust nok.» (Eljar Roland, Derivater – Oslo Børs)*[7]

3.1.2 Konstruksjon

Vi vil begynne dette kapittelet med å presentere en modell-fri beregning av implisitt volatilitet, basert på arbeidet av Carr og Madan (1998), Demeterfi, et al. (1999) og Britten-Jones og Neuberger (2000). Vi vil ikke gå nærmere inn på utledningen, annet enn at den baserer seg på en enkel log-kontrakt som betaler logaritmen av prisen på et aktivum ved forfall (Neuberger, 1994). Volatilitetsberegningen baserer seg ikke på en opsjonsmodell, og gir kun ett estimat for fremtidig volatilitet, uavhengig av en enkelt opsjons utøvelsespris.

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{2e^{rT}}{T}\left[\int_0^{F_{0,T}} \frac{I}{K^2} Put(K)dK + \int_{F_{0,T}}^{\infty} \frac{I}{K^2} Call(K)dK\right] \tag{8}$$

[7] Kilde: Egen studie

En viktig karakteristikk med formelen ovenfor, er at den forventede realiserte variansen kan beregnes ved bruk av prisene på out-of-the-money»[8] salgs- og kjøpsopsjoner. Mer spesifikt, vil vi ha muligheten til å replikere variansestimatet med en portefølje av uendelig antall opsjoner, vektet med den inverse kvadrerte utøvelsesprisen. Denne vektingen viser seg å gi en opsjonsportefølje med positiv vega, som er uavhengig av prisnivået på underliggende (Demeterfi, et al., 1999). En slik portefølje vil variere i verdi, avhengig av endringer i volatilitet.

Formel (8) danner grunnlaget for å kalkulere forventet fremtidig volatilitet, ved å benytte opsjonspriser vi observerer i markedet. Den eksakte utregningen krever et kontinuum av utøvelsespriser. Utøvelsespriser på opsjoner er derimot diskrete, noe som krever at man må gjøre en tilnærming basert på de opsjonene som faktisk eksisterer. CBOE benytter denne metoden til å beregne implisitt volatilitet for S&P 500, nærmere bestemt VIX-indeksen (CBOE, 2015). Mange andre volatilitetsindekser benytter i dag liknende fremgangsmåte.[9] Vi vil presentere VIX-metodologien ettersom denne i stor grad representerer hovedtrekkene ved metoden, i tillegget til at denne indeksen vil være mest relevant videre i utredelsen.

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{2}{T}\sum_{K_i \leq K_0} \frac{\Delta K_i}{K_i^2} e^{rT} Put(K_i) + \frac{2}{T}\sum_{K_i > K_0} \frac{\Delta K_i}{K_i^2} e^{rT} Call(K_i) - \frac{1}{T}\left[\frac{F_{0,T}}{K_0} - 1\right]^2 \tag{9}$$

hvor K_0 er den første kontraktsprisen under forwardprisen $F_{0,T}$, og $F_{0,T}$ finnes fra den kontraktsprisen hvor den absolutte avstanden mellom kjøps- og salgsopsjoner er minst. Prisene på opsjonene ($P\mathrm{ut}(\mathrm{K_i})$ og $Call(K_i)$) finnes fra middelverdien av kjøps- og salgskurs for den respektive opsjonen i. Tid til forfall, T, beregnes som antall minutter til forfall, dividert på antall minutter i året. Det siste leddet er en korreksjon for at det ikke finnes noen opsjon med utøvelsespris nøyaktig lik forwardprisen. Intervallet mellom kontraktsprisene defineres som halve avstanden mellom kontraktsprisen på hver side av K_i:[10]

$$\Delta K_i = \frac{(K_{i+1} - K_{i-1})}{2} \tag{10}$$

[8] I dette tilfellet menes «out-of-the-money» med hensyn på underliggende forwardpris, i stedet for spotpris.

[9] VSTOXX, VDAX-new, VSMI, VFTSE, A-VIX, og Nikkei 225 VI og VKOSPI, er eksempler på volatilitetsindekser som alle benytter liknende metode. Se for eksempel Siriopoulos og Fassas (2013) for oversikt over forskjellige volatilitetsindekser og benyttede metoder.

[10] For den laveste og høyeste kontraktsprisen er ΔK_i enkelt og greit avstanden mellom K_i og nærmeste kontraktspris.

VIX-indeksen måler 30-dagers implisitt volatilitet fra SPX-opsjoner. Det finnes derimot ikke alltid opsjonsserier som utløper om eksakt 30 dager. CBOE benytter opsjoner med mer enn 23 dager, og mindre enn 37 dager til forfall. Disse benyttes til å interpolere to punkter på terminstrukturen, med den hensikt å reflektere 30 dagers implisitt volatilitet. Et vektet gjennomsnitt av volatilitetsberegningene fra formel (9), for opsjoner med T_1 og T_2 tid til forfall, vil gi en tilnærming til 30-dagers implisitt volatilitet. VIX-indeksen beregnes ved å multiplisere kvadratroten av det annualiserte variansestimatet med en faktor på 100.

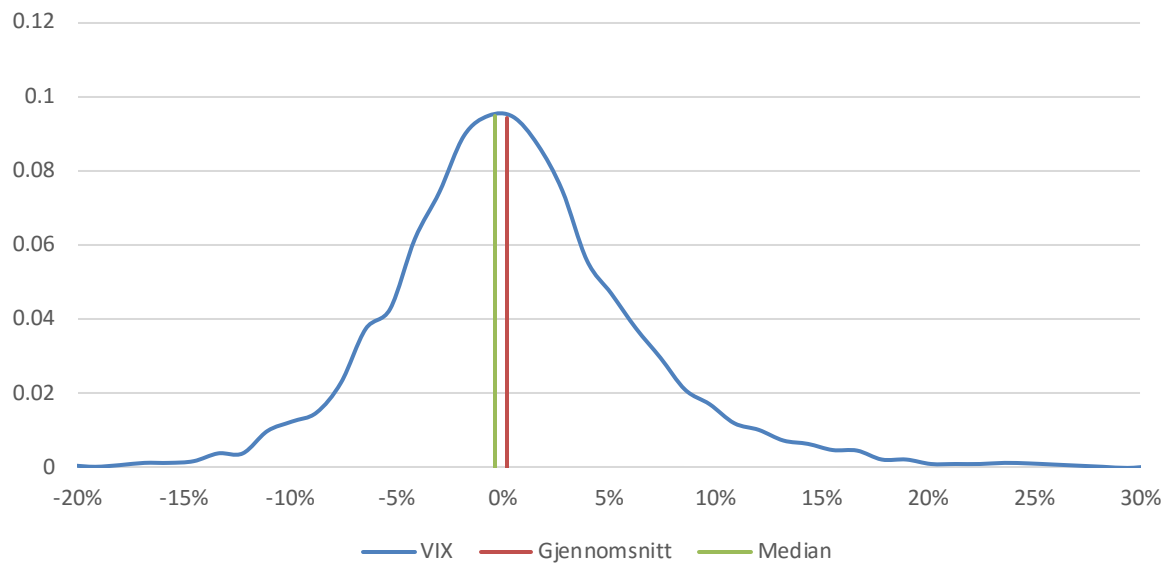
$$VIX = 100 \times \sqrt{\left\{T_1\hat{\sigma}_1^2\left[\frac{N_{T_2}-N_{30}}{N_{T_2}-N_{T_1}}\right]+T_2\sigma_2^2\left[\frac{N_{T_{30}}-N_{T_1}}{N_{T_2}-N_{T_1}}\right]\right\}\times\frac{N_{365}}{N_{30}}} \tag{11}$$

Interpolering av denne typen antar at terminstrukturen til volatilitet er lineær. Som vi skal se senere er dette sjeldent tilfellet.

3.1.3 Statistisk karakteristikk

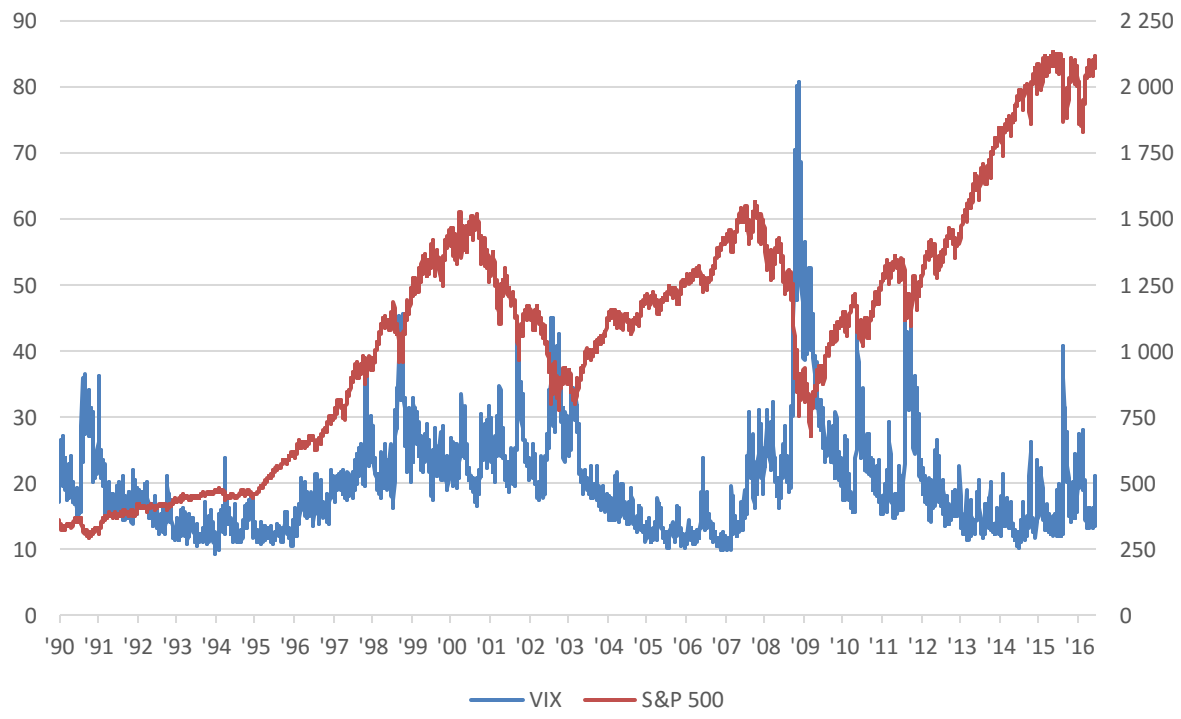
Den nye VIX-indeksen kom i 2004, men ved bruk av metodologien beskrevet i forrige delkapittel har det vært mulig å tilbakeregne VIX. CBOE tilbyr tall tilbake til 1990. Figuren under presenterer avkastningsfordelingen til daglige avkastningsdata for VIX-indeksen. Tallene er i utgangspunktet ikke avkastningstall, men må heller anses som endringer i indeksverdien. Gjennomsnittlig daglig endring i VIX er 0,203 %, med en medianavkastning på -0,327 %. Vi ser med andre ord tegn til positiv skjevhet ved at gjennomsnittlig avkastning er høyere enn medianverdien. Eksess kurtoseverdi er 6,87, noe som tilsier en leptokurtisk avkastningsfordeling hvor vi observerer flere ekstreme verdier enn vi ville antatt ved en normalfordeling (Li, 1999).

Figur 1: Daglig avkastningsfordeling for VIX, 1990 - 2016



VIX-indeksen baserer seg på S&P 500 indeksopsjoner. Figuren under presenterer VIX-indeksen (venstre akse) i samme diagram som S&P 500-indeksen (høyre akse). Data er hentet fra CBOE og Yahoo Finance.

Figur 2: VIX og S&P 500, 1990 - 2016



Vi ser et tydelig mønster, der VIX-indeksen øker betraktelig i perioder hvor S&P 500 faller. VIX-indeksen befinner seg for det meste innenfor intervallet 10 til 30, men har hatt verdier

godt over dette i perioder hvor aksjeindeksen har falt kraftig. Dette gjelder spesielt under finanskrisen, hvor VIX-indeksen nådde et nytt historisk maksnivå, med en sluttkurs på 80,86 den 20. november 2008.

Vi ønsker videre å estimere de to modellene:

$$r_{VIX} = \hat{\alpha} + \hat{\beta}_1 r_{S\&P\,500} \tag{12}$$

$$r_{VIX} = \hat{\alpha} + \hat{\beta}_1 r_{S\&P\,500} + \hat{\beta}_2 r_{S\&P\,500} D \tag{13}$$

hvor vi benytter daglige avkastningstall for VIX og S&P 500, og D er en dummyvariabel som tar verdien én dersom avkastningen på S&P 500 er negativ. Resultatene fra den enkle regresjonen presenteres i tabell 1. Tallene i parentes er estimatorens t-verdi for hypotesen om at estimatoren er null. Verdiene tilsier at vi kan forkaste alle nullhypotesene for alle praktiske signifikansnivåer.

Tabell 1: Regresjonsmodeller med VIX og S&P 500

	α	β_1	β_2
Modell (12)	0,003 (5,998)	-4,056 (-82,08)	
Modell (13)	-0,003 (5,308)	-3,092 (-37,43)	-1,911 (-14,44)

Vi ser tydelig fra tabellen over at negative avkastningstall for S&P 500 vil gi et positivt estimat på VIX-avkastning. Modell (12) tilsier at 1 % økt avkastning for S&P 500, vil redusere avkastningen til VIX med over 4 % (β_1) i gjennomsnitt. Ser vi derimot på modell 13, vil vi observere at denne effekten er lavere, med 3% i gjennomsnitt. Et fall i S&P 500 på 1% vil i gjennomsnitt øke avkastningen til VIX med den kombinerte effekt fra β_1 og β_2, på 5 %. Det virker dermed å være en asymmetrisk sammenheng mellom VIX og S&P 500, ved at fall i aksjeindeksen vil gi større utslag for VIX-indeksen, enn en tilsvarende økning i aksjeindeksen. Dette samsvarer med tidligere undersøkelser på sammenhengen mellom andre volatilitetsindekser og dens underliggende aksjeindeks (Badshah, 2009; Nguyen & Cheong, 2015)

3.2 Volatilitetsfutures

Volatilitetsfutures er futureskontrakter på en volatilitetsindeks. Ettersom volatilitetsindekser er et mål på implisitt volatilitet, vil volatilitetsfutures være kontrakter på fremtidig implisitt volatilitet. Det er ikke mulig å investere direkte i en volatilitetsindeks. Dette fører til at prisingen av en futureskontrakt ikke kan baseres på underliggende aktivums «cost-of-carry». Volatilitetsfutures kan være priset lavere, likt, eller høyere enn sin tilknyttede volatilitetsindeks. Dette vil avhenge av forholdet mellom implisitt volatilitet i dag, og markedets forventning til fremtidig implisitt volatilitet (Asensio, 2013; CFE, 2016). Utbetalingen fra en volatilitetsfuture baserer seg på nivået på volatilitetsindeksen på oppgjørsdagen, og futuresprisen ved kontraktsinngåelse. De mest handlede futureskontraktene er på VIX-indeksen. Med en kontraktsmultiplikator på 1000 USD, vil utbetalingen fra en VIX-future være

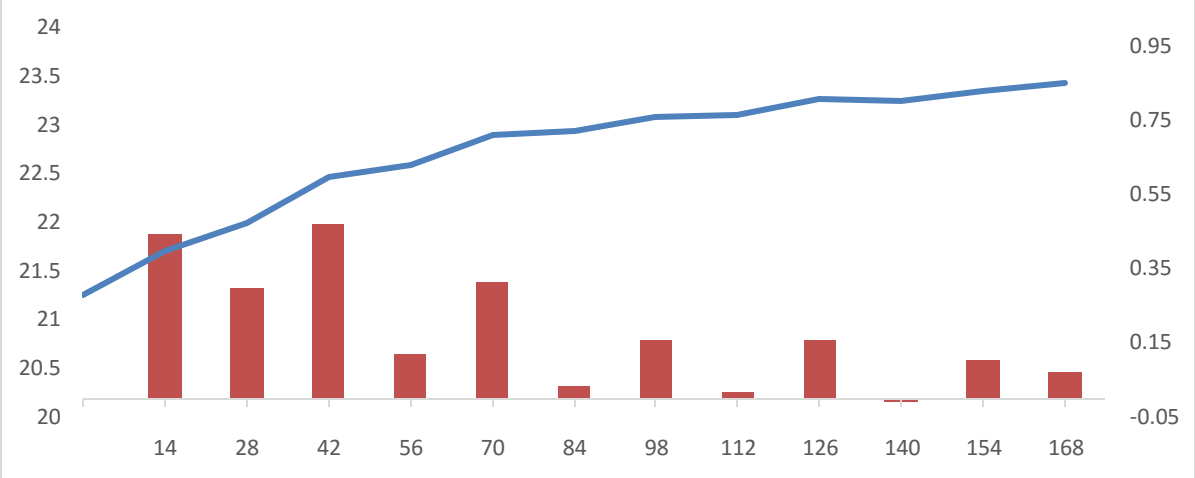
$$\left[VIX_T - F_{0,T}(VIX)\right] \times 1000 \tag{14}$$

VIX-indeksen beregner 30 dagers implisitt volatilitet. Som tidligere nevnt, finnes det ikke alltid opsjonsserier som utløper om eksakt 30 dager. For at mulige avvik som følge av interpolering ikke skal ha innvirkning på utbetalingen, er oppgjørsdagen til VIX-futures alltid 30 dager før utløpsdatoen til SPX-opsjonene.

Terminstrukturen til futureskontrakter får vi ved å plotte futuresprisen for kontrakter med forskjellig tid til forfall i samme diagram. Figur 3 viser gjennomsnittlig futurespriser for VIX-futureskontrakter med forfallsintervaller på 14 dager (venstre akse).[11] De røde stolpene beskriver de forskjellige forfallsdatoenes gjennomsnittlige marginale bidrag til terminstrukturen (høyre akse). Med andre ord viser de helningen på terminstrukturen.

[11] Beregningene er gjort med månedlige VIX-futurersdata fra tidsperioden april 2007 til mai 2016 (data fra CBOE).

Figur 3: Gjennomsnittlig terminstruktur for VIX-futures, 2007 - 2016

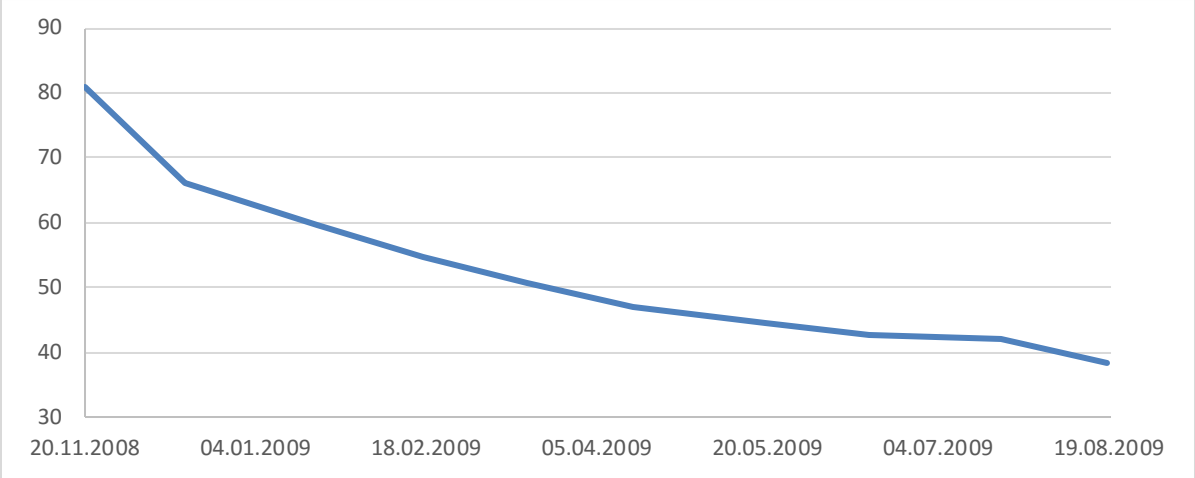


Vi ønsker å fremheve to mønstre fra figuren ovenfor. For det første ser vi at terminstrukturen i gjennomsnitt er stigende. For det andre ser vi tendenser til at helningen avtar med økende tid til forfall. Vi finner at terminstrukturen er økende i ca. 70% av tilfellene.[12] Et slikt senario kalles ofte for «contango». Hill (2013) peker på skjevheten i fordelingen til VIX-indeksen som en mulig forklaring på dominansen til «contango». Investorer er ikke i stand til å forutse hvert eneste hopp i VIX-indeksen, og priser derfor volatilitetsfutures høyere som følge av denne muligheten. Jo lengre tid til forfall, jo større er muligheten for at investorene vil oppleve slike hendelser. På grunn av dette, vil kjøpere av volatilitetsfutures ofte tape penger i normale tider. Det motsatte tilfellet, når terminstrukturen er fallende, kalles for «backwardation» (Bodie, et al., 2014).

Som tidligere nevnt, har VIX-indeksen en tendens til å gjøre store sprang i krisetider. Figur 4 viser hvordan terminstrukturen så ut i november 2008, når VIX-indeksen hadde sin høyeste sluttkurs noensinne på 80,86.

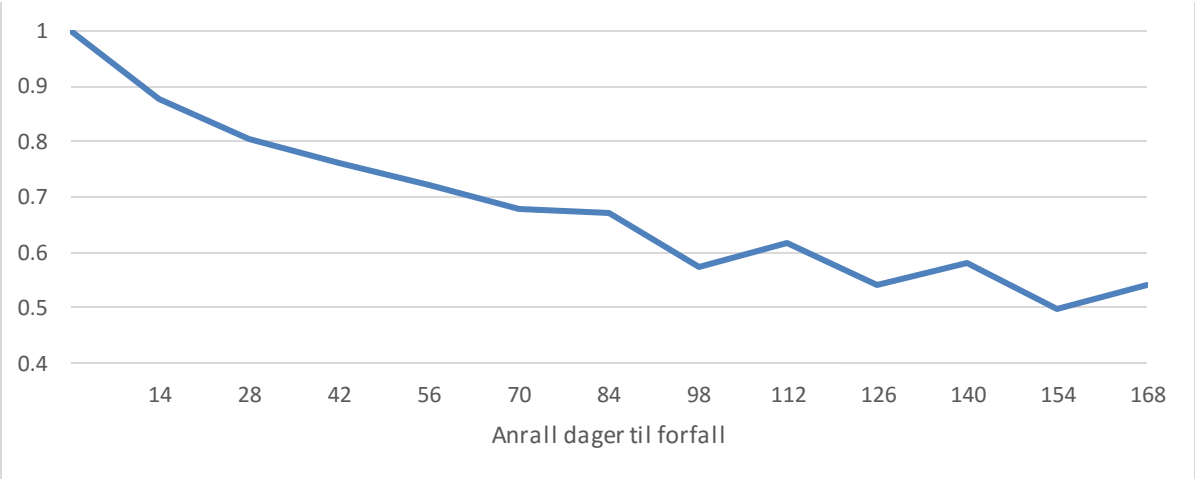
[12] Kurve er definert som stigende dersom futurespris>VIX for de individuelle kontraktene. Alle de vurderte kontraktslengdene kunne vise til futurespris som var høyere enn VIX, mellom 65 % og 73 % av observasjonene.

Figur 4: Terminstruktur for VIX-futures den 19.11.2008



Dette viser et klart tilfelle av «bacwardation». Vi ser at kontrakter med kort tid til forfall følger etter økninger i VIX-indeksen når den skyter opp. Terminstrukturen er bratt fallende for de nærmeste forfallsdatoene, men flater ut med økt kontraktslengde. Kontraktene lenger ut på terminkurven er med andre ord ikke like sensitive til endringer i VIX-indeksen. Figur 5 viser β-koeffisienten fra regresjonen $VIX_{0,t}^{future} = \alpha + \beta VIX_0$ for forskjellige VIX-futures med kontraktslengde t med 14 dagers intervaller.

Figur 5: VIX-futureskontrakters betaverdi til VIX



Vi observerer et betydelig fall i futureskontraktenes sensitivitet til endringer i underliggende jo lengre til høyre vi beveger oss på terminkurven. En viktig grunn til denne observasjonen er volatilitetsindeksenes sterke tegn til «mean-reversion» (Cheeseman, et al., 2011). Markedet forventer ikke at hendelser som fører til sterk økning i volatilitet varer evig. Historien har vist oss at økonomiske kriser ofte varer mye kortere enn ekspansjoner i økonomien (NBER, 2016),

og at volatiliteten vil returnere til «normale» nivåer relativt hurtig. Investorer kjøper og selger derfor forventet fremtidig implisitt volatilitet til en lavere pris enn dagens nivå.

Populariteten til VIX-futures har ført til at tilbydere av finansielle produkter har gjort disse tilgjengelig for et større antall investorer. Man har i dag mulighet til å investere i volatilitetsfutures gjennom børsnoterte produkter (ETP-er). Markedet har fattet stor interesse for flere av disse produktene, og mange kan vise til høye handelsvolum. Den første og fortsatt mest handlede volatilitets-ETP-en er iPath S&P 500 VIX ST Futures™ ETN (VXX), med gjennomsnittlig daglig volum på over 70 millioner USD (NYSE, 2016). Dette produktet forsøker å holde en lang posisjon i volatilitetsfutures med konstant gjennomsnittlig løpetid på én måned.

Et slående faktum er at VXX er ned 99,8% siden introduksjonen i 2009. Opprettholdelse av en konstant løpetid krever daglig rebalansering. Hver dag må forvalteren rulle over futureskontrakter til kontrakter med lengre løpetid. Vi ser fra figur 3, at denne praksisen vil tape penger i normale tider, ettersom man hele tiden er tvunget til å rulle over til en dyrere kontrakt. Dette fører til at verdiene eroderer bort over lengre tid, selv om produktet i korte perioder leverer meget høye avkastningstall. Det finnes et bredt spekter av slike børsnoterte produkter, med utallige måter å gi investorer eksponering mot volatilitet på. Dette kan være forskjell i løpetid, lange og korte posisjoner, dynamiske strategier og i kombinasjon med andre aktiva (Alexander & Korovilas, 2012).

3.3 Volatilitetsopsjoner

En opsjon gir kjøperen rett til å kjøpe eller selge underliggende aktivum for en avtalt pris i fremtiden, men kjøperen er ikke forpliktet til dette. Denne valgfriheten fører til at opsjoner kun gir kun mulighet for positiv utbetaling. I motsetning til en futureskontrakt vil en opsjonskontrakt derfor ha en verdi som må betales av kjøper ved kontraktinngåelse. På samme måte som volatilitetsfutures, er utbetalingen til volatilitetsopsjoner basert på en volatilitetsindeks. Utbetalingen av en VIX-opsjon kan uttrykkes:

$$\begin{aligned} &\text{Kjøpsopsjon: } max\left[VIX_T - K_{0,T}(VIX), 0\right] \times 100 \\ &\text{Salgsopsjon: } max\left[K_{0,T}(VIX) - VIX_T, 0\right] \times 100 \end{aligned} \tag{15}$$

hvor K er utøvelsesprisen til opsjonen. Selv om opsjonens underliggende er selve volatilitetsindeksen, vil verdien på opsjonen være mer knyttet til volatilitetsfutureskontrakten med tilsvarende løpetid. Verdien på en volatilitetsopsjon kan falle selv om volatilitetsindeksen stiger, dersom markedet forventer at volatiliteten vil falle i fremtiden. Dette gjør forventet fremtidig implisitt volatilitet til det «egentlige» underliggende aktivumet. Prisen på en volatilitetsfutures vil konvergere til VIX-indeksen når oppgjørsdato nærmer seg.

Verdien på en opsjon avhenger av volatiliteten til underliggende aktivum. Det vil si at en volatilitetsopsjon er eksponert mot volatiliteten til volatilitet. Den implisitte volatiliteten til VIX-opsjoner beregnes til en egen volatilitetsindeks kalt VVIX (CBOE, 2016). I motsetning til standard aksjeopsjoner, er implisitt volatilitet til VIX-opsjoner ofte stigende med utøvelsespris (Branger, et al., 2015). «Out-of-the-money» kjøpsopsjoner på en volatilitetsindeks kan gi sikring mot store sprang i volatilitet. Dette er noe investorer ønsker, og er villige til å betale en premie for.

3.4 Varians-swapper

En varians-swap er et instrument hvor utbetalingen baserer seg på den realiserte variansen til underliggende og en forhåndsbestemt kontraktspris. Instrumentet er således en forwardkontrakt på fremtidig realisert varians. Utbetalingen til en varians-swap er

$$\left[\sigma^2 - \sigma_{strike}^2)\right] \times N_{var} \tag{16}$$

hvor σ^2 er et mål på realisert varians over kontraktsperioden, og N er en kontraktmultiplikator (McDonald, 2014). Som vi presiserer tidligere, er det mange måter å beregne historisk varians på. Blant annet må man spesifisere hvor ofte avkastninger skal måles, om avkastningene er logaritmiske eller aritmetiske, om avkastningene kvadreres med eller uten å trekke fra gjennomsnittet, og lengden på perioden hvor variansen skal måles.

I praksis benyttes ofte en annualisert sum av kvadrerte, logaritmiske, daglige avkastningstall, skalert til varianspoeng.

$$\sigma^2 = \frac{252}{n_e}\sum_{t=1}^{n}\left(ln\frac{S_t}{S_{t-1}}\right)^2 \times 100^2 \tag{17}$$

n_e er forventet antall observasjoner ved begynnelsen av variansberegningen, og n er det faktiske antallet observerte avkastningstall. Dette gjøres for å ta høyde for uforutsette dager hvor handel i underliggende i forekommer (McDonald, 2014).

Et viktig skille mellom en varians-swap og en volatilitetsfutures er at en varians-swap ser på volatilitet bakover i tid på oppgjørsdagen, mens en volatilitetsfutures ser fremover i tid. Kontraktsprisen på en varians-swap, σ^2_{strike}, bestemmes ut fra gjeldende markedsforhold, slik at verdien på varians-swappen ved inngåelse er null. Det vil si at σ^2_{strike} tilsvarer forwardprisen på varians. Den teoretiske prisen på en 30 dagers varians-swap på S&P 500 er derfor verdien av VIX-indeksen (Allen, et al., 2006).

Kontraktsmultiplikatoren N_{var}, sier hvor stor utbetalingen skal være ved ett varianspoeng forskjell mellom σ^2 og σ^2_{strike}. Det er derimot mer intuitivt for investorer å tenke i form av standardavvik. Markedskonvensjonen er å gjøre om kontraktsmultiplikatoren slik at den representer volatilitetspoeng (standardavvik).

$$N_{vol} = N_{var} \times 2\sigma^2_{strike} \tag{18}$$

Jensens ulikhet forteller oss derimot at utbetalingen av en varians-swap er konveks i volatilitet. På grunn av dette vil en varians-swap alltid ha høyere utbetaling (mindre tap) enn en kontrakt med tilsvarende kontraktspris, men som er lineær i volatilitet. En slik kontrakt kalles for volatilitets-swap. Den rettferdige kontraktsprisen til en varians-swap vil derfor alltid være høyere enn for en volatilitets-swap. Volatilitets-swapper er ikke like populære som varians-swapper. Grunner til dette kan være at varians-swapper kan replikeres, og dermed prises, med en statisk deltasikret opsjonsportefølje (Carr & Madan, 1998; Demeterfi, et al., 1999). Dette er ikke tilfellet for en volatilitets-swap (McDonald, 2014).

Varians-swapper handles for det meste «over-the-counter» (OTC). Flere børser tilbyr allikevel muligheten til å handle i variansfutures, som i all hovedsak er en børsnotert varians-swap (Biscamp & Weithers, 2007).

4. Gjennomgang og analyse av tidligere litteratur

Sammenlignet med tradisjonelle aktiva som aksjer og obligasjoner har volatilitetsaktiva en relativt kort historie. Det er likevel utført en del studier på temaområdet av både akademikere og praktikere. Vi utfører derfor en litteraturstudie der vi gjennomgår og analyserer tidligere litteratur, med den hensikt å skape en oversikt over tidligere forskning samt belyse vårt tredje forskningsspørsmål.

4.1 Metode

I følge Hart (1998) er det overordnede målet til alle litteraturstudier å presentere et klart og balansert bilde over dagens ledende konsepter, teorier og data relevant for studiens tema. Dette gir riktignok få føringer for litteraturstudiens innhold, som i stor grad vil avhenge av formålet til forskningen som skal gjennomføres. Blumberg, et al. (2005, referert i Jesson, et al., 2011) sin definisjon av en litteraturstudie sammenfaller i stor grad med definisjonen til Hart (1998), men legger i tillegg vekt på viktigheten av forfatterens tolkning som en ekstra dimensjon.

Mer konkret vil målet for denne litteraturstudien være å utforske temaområdet generelt (eksplorativt), der mest vekt legges på forskning knyttet til inkludering av volatilitetsderivater i porteføljesammenheng. Jesson, et al. (2011) omtaler forskjellene mellom en tradisjonell og systematisk litteraturstudie. I motsetning til en systematisk litteraturstudie har den tradisjonelle litteraturstudien et overordnet fokus, variasjon i stil og stiller ingen krav til metode. Den tradisjonelle litteraturstudien legger i større grad til rette for vårt eksplorative formål, og vil følgelig bli anvendt i dette kapittelet.

Som metode medfører en tradisjonell litteraturstudie også noen uønskede konsekvenser. Jackson (2008) trekker frem begrensninger i forhold til replikering av studien, bias i forbindelse med utvelgelse og behandling av litteraturen, samt mangel på transparens når det gjelder forutsetninger og agenda. I følge Dalland (1997) bør enhver litteraturstudie inneholde informasjon om hvordan utvalget er gjennomført samt hvorfor bestemte typer litteratur er inkludert. Av den grunn anvendes en mer systematisk tilnærming til utvalgsprosessen (litteratursøk og komponering av utvalget). Merk at å arbeide systematisk ikke nødvendigvis resulterer i en systematisk litteraturstudie, noe som heller ikke er tilfellet her (Jesson, et al., 2011).

Utvalgsprosessen ble gjennomført med utgangspunkt i søk etter nøkkelord i søketjenestene Oria og Google Scholar.[13] Blant annet ble følgende nøkkelord anvendt: «Volatility derivatives», «VIX futures», «VIX options» og «Variance swaps». Deretter ble utvalgt litteratur etter nøkkelordsøkene utgangspunkt for ytterligere litteratur. Både gjennom referanselistene, og gjennom senere utgitt litteratur som refererer til den utvalgte litteraturen. Denne prosessen kan gjentas ved å la litteratur funnet gjennom referanselister og refereringer bli utgangspunkt for ytterligere litteratur. På denne måten oppnås en «snøballeffekt», og en bred dekning av tilgjengelig litteratur tilknyttet tema. En lignende fremgangsmåte beskrives av Wohlin (2014), som utvalgsprosess i forbindelse med den systematiske litteraturstudien.

Selv om vår utvalgsprosess i utgangspunktet har en spesifisert struktur, vil en personlig vurdering avgjøre hvorvidt spesifikk litteratur blir en del av utvalget eller ikke. Dette gjelder for hver gang prosessen gjentas. Med andre ord vil kun litteratur inkludert i det endelige utvalget bli utgangspunkt for ytterligere litteratur gjennom referanseliste og refereringer. I de personlige vurderingene fokuseres det på i hvilken grad litteraturen belyser vår problemstilling. I følge Dalland (1997) bør krav til relevans og gyldighet avhenge av i hvilken grad feltet er beskrevet/kartlagt. Det er ikke veldig lenge siden de første børsnoterte volatilitetsderivatene ble lansert, ei heller den første volatilitetsindeksen. Det er derfor naturlig å anta at dekningen av feltet per nå ikke er veldig grundig og omfattende. Dette tatt i betraktning, i tillegg til vårt eksplorative formål med litteraturstudien, gjør at store deler av den tilgjengelige litteraturen på temaet blir del av det endelige utvalget.

Kapittelet består av tre delkapitler, anbefalt av Hart (1998), hvor det først blir gitt en overordnet oppsummering av tidligere litteratur funnet ved utvalgsprosessen beskrevet over. Deretter følger en evaluering av tidligere litteratur, men her redusert til et mindre utvalg fastsatt ved personlig vurdering. Resultater og metode i fire av de mest innflytelsesrike og/eller relevante verkene gjennomgås og evalueres. Til slutt trekkes generelle og spesifikke konklusjoner basert på litteratur evaluert i foregående delkapitler.

[13] http://oria.no, http://scholar.google.no

4.2 Oppsummering av tidligere litteratur

Innføringen av derivater på volatilitetsindekser har skapt økende interesse for muligheten til å inkludere disse i en portefølje. Dash og Moran (2005) undersøker om liten allokering til VIX-indeksen kan brukes til å redusere nedsiderisiko i en portefølje av hedgefond. De viser at det er en negativ korrelasjon mellom VIX og avkastningen til hedgefond. Denne negative korrelasjonen har vært sterkest i perioder hvor hedgefond har levert svak avkastning. De argumenterer derfor for at volatilitet kan tilby nedsidebeskyttelse når det er mest nødvendig. Black (2006) støtter funnene til Dash og Moran (2005) og legger til at negativ skjevhet og høy kurtose i avkastningsfordelingen til hedgefond kan minimeres med en posisjon i VIX-indeksen. Innenfor et Markowitz-rammeverk undersøker Daigler og Rossi (2006) fordelene av å kombinere S&P500 med VIX. Artikkelen viser til signifikante fordeler av å investere i forrige års minimum-variansportefølje. Denne allokeringen gav betydelig forbedring i risikojustert avkastning sammenlignet med å investere utelukkende i aksjer. De vurderer derimot ikke om andre aktivaklasser som obligasjoner og råvarer kunne gitt tilsvarende eller mer effektiv diversifisering.

De tidligste studiene på volatilitetsaktiva i porteføljesammenheng allokerer direkte til VIX-indeksen (Dash & Moran, 2005; Black, 2006; Daigler & Rossi, 2006). Eksponering mot en volatilitetsindeks i praksis må imidlertid skje gjennom derivater som volatilitetsfutures og volatilitetsopsjoner. Avkastningen og risikoen til disse produktene kan avvike vesentlig fra en antatt direkte investering i den underliggende volatilitetsindeksen. Stanton (2011) anser VIX-indeksens statistiske karakteristikker som lovende med tanke på bruk av volatilitetsderivater som sikring mot fall i aksje- og obligasjonsmarkedet. Artikkelen hevder at en 3,5 % allokering til VIX kan føre til en vesentlig reduksjon i Value-at-Risk. Forfatteren argumenterer allikevel for at kostnadene ved bruk av VIX-futures er betydelige, og konkluderer med at bruk av volatilitetsfutures er lite praktisk som strategisk aktivaallokering i en portefølje. En hypotetisk portefølje av VIX-futures med konstant gjennomsnittlig løpetid på én måned hadde en annualisert avkastning som var 40 % lavere enn VIX-indeksen fra desember 2005 til april 2010. I en undersøkelse som tar for seg et bredere spekter av alternative aktivaklasser, konkluderer Pézier og White (2008) med at den historiske innebygde forsikringspremien i volatilitetsfutures har vært for høy til at man kan rettferdiggjøre en lang posisjon i volatilitet.

Deng, et al. (2012) vurderer VIX-futures-indekser med konstant gjennomsnittlig løpetid som sikring for en portefølje bestående av aksjer og obligasjoner. En 26-ukers rullerende regresjon

danner grunnlaget for en ex-ante sikringsstrategi hvor optimalt risikominimerende sikringsforhold tilsvarer VIX-futures-indeksens beta med hensyn på porteføljeindeksen.[14] Denne metoden baserer seg kun på historiske data, og avhenger derfor av antagelsen om at nær fortid kan si noe om fremtiden. Resultatene fra studien støtter til en viss grad bruk av VIX-futures-indeks med konstant gjennomsnittlig løpetid på fem måneder. Artikkelforfatterne er allikevel skeptiske til bruk av kortsiktige VIX-futures som sikring for en aksjeportefølje på grunn av høye rullekostnader. Resultatene preges, i likhet med en stor andel liknende studier, av en begrenset periode med historisk data. En studie av Alexander og Korovilas (2011) viser også at høye transaksjonskostnader og "cost of carry" i normale perioder overskygger de positive diversifiseringseffektene ved volatilitetsfutures, med mindre man evner å forutse fremtidige markedsbevegelser. En senere studie av Alexander, et al. (2016) bygger videre på deler av studien til Alexander og Korovilas (2011). De konkluderer med at volatilitet returnerer til sitt gjennomsnittsnivå så fort at diversifisering med volatilitetsfutures, basert på en ex-ante optimalisering, i hovedsak vil svekke resultatene til en aksje og obligasjonsportefølje.

Selv om volatilitetsfutures har vist seg å produsere svært negativ avkastning over tid, argumenterer Chen, et al. (2011) for at bruken av disse kan ha sin plass i en portefølje. Ved bruk av gjennomsnitt/varians-rammeverk ser det ut til at VIX-relaterte aktiva er i stand til å utvide porteføljens mulighetsområde («investment opportunity set»). I en case-studie av finanskrisen i 2008 finner Szado (2009) at en lang posisjon i VIX-futures ville gitt en signifikant forbedring av resultatene i en ellers diversifisert portefølje. Han viser også at kjøpsopsjoner på VIX ga billigere og mer effektiv diversifisering enn S&P 500 salgsopsjoner under denne perioden. Denne studien begrenser imidlertid datagrunnlaget til en periode hvor vi vet VIX-indeksen steg kraftig, men indikerer allikevel at volatilitetsderivater kan gi beskyttelse i tider hvor det trengs mest. Flere studier (Grant, et al., 2007; Lee, 2012; Stanescu & Tunaru, 2013) støtter opp under resultatene til Szado (2009). Hill (2013) viser at en 5-10 % allokering til en VIX-futures-indeks med konstant gjennomsnittlig løpetid, kan redusere risikoen i en aksjeportefølje på lik linje med en 25 % allokering til kontanter. Risikostyringen vil på denne måten være mindre kapitalkrevende, noe som kan være fordelaktig for investorer som evner å generere positiv alfa på sin aksjeportefølje. Transaksjonskostnader og

[14] Basert på sikringsforhold foreslått av Figlewski (1985).

forvaltningshonorarer er derimot ikke hensyntatt, og disse kan være betydelige ved bruk av volatilitetsfutures (Alexander, et al., 2015).

En stor andel av studiene på volatilitetsaktiva i porteføljesammenheng benytter seg av et rammeverk basert på en antakelse om normalfordelt avkastning (Daigler & Rossi, 2006; Chen, et al., 2011; Jabłecki, et al., 2014). Brière, et al. (2012) benytter «Modified Conditional Value-at-Risk»[15] som optimaliseringsbetingelse, som tar høyde for høyere momenter i avkastningsfordelingen. Med utgangspunkt i en europeisk aksjeinvestor hevder de at VSTOXX-futures tilbyr bedre beskyttelse enn VIX-futures, og finner lavere «cost of carry» for VSTOXX-futures sammenlignet med VIX-futures. Guobuzaite og Martellini (2012) studerer også det europeiske markedet, og finner at en lang eksponering mot VSTOXX kan redusere nedsiderisikoen i en aksjeportefølje betraktelig. I likhet med andre studier omhandler datagrunnlaget til Guobuzaite og Martellini (2012) en periode hvor investering i aksjer totalt sett hadde negativ avkastning. De antar full kollateralisering av futureskontraktene, noe som vil si at andelen som investeres i volatilitet også vil ha en avkastning tilsvarende risikofri rente (EURIBOR). Med negativ aksjeavkastning i perioden vil følgelig en investering i EURIBOR bidra til bedre resultater. Analysen er kun utført ex-post med arbitrære vekter, dette gjør resultatene svært avhengig av markedsbevegelsene over den studerte perioden.

Alexander og Korovilas (2012; 2013) og Cheeseman, et al. (2011) finner at salg av kortsiktige VIX-futures kombinert med lang posisjon i VIX-futures med lengre termin kan generere attraktiv risikojustert avkastning, spesielt under normale markedsforhold. Videre er det en del studier som baserer seg på statiske allokeringer i volatilitetsderivater, mens andre forsøker å generere alfa ved bruk av dynamiske trading-strategier. Noen av disse strategiene baserer seg på «mean reversion»-egenskapene til volatilitetsindekser (Dash & Moran, 2005; DeLisle, et al., 2010). I kontrast til dette viser Gantenbein og Rehrauer (2013) til gode resultater ex-post ved bruk av trend-strategier hvor andelen som investeres i volatilitet justeres positivt i henhold til økninger i volatilitetsindeksen. I en forlengelse av Dash og Moran (2005), finner Jones (2011) lite belegg for at en statisk allokering til VIX-futures forbedrer risikojustert avkastning i en portefølje bestående av aksjer og obligasjoner i perioden 2005-2009. Heller ikke «mean-

[15] $\text{Mod_CVar}(1-\alpha) = -\mu - \sigma\left[M_1 + \frac{1}{6}(M_2 - 1) * S + \frac{1}{24}(M_3 - 3M_1) * K - \frac{1}{36}(2M_3 - 5M_1) * S^2\right]$, der S, K, μ og σ er henholdsvis avkastningsfordelingens skjevhet, kurtose, gjennomsnitt og standardavvik.
$M_i = \int_{\infty}^{z_\alpha} x^i f(x)\,dx$, der $f(\cdot)$ og z_α er henholdsvis en standard normal tetthetsfunksjon og α-kvantilen for en standard normalfordeling (Brière, et al., 2012).

reversion»-strategien til Dash og Moran (2005) syntes å forbedre resultatene til porteføljen. Derimot økte sharpe raten med en omvendt strategi, ved å skifte 10 % fra aksjer til volatilitet kun dersom VIX-indeksen steg mer enn 20 % forrige periode.

Trend-strategiene til Jones (2011) og Gantenbein og Rehrauer (2013) kan relateres til strategier som forsøker å utnytte seg av formen på futureskurven ved å skifte posisjonen i volatilitet avhengig av om terminstrukturen er i contango eller backwardation. En av disse strategiene utforskes av Simon og Campasano (2014). De finner en sterk negativ sammenheng mellom en futureskontrakts basis og fremtidig avkastning. I følge deres strategi skal man derfor selge nærmeste VIX-futures dersom gjennomsnittlig daglig «roll cost» for futureskontrakten er høyere enn 0,1.[16] I motsatt tilfellet, hvis gjennomsnittlig daglig «roll cost» er lavere enn -0,1, kjøpes nærmeste VIX-futures. Posisjonen likvideres dersom det er mindre enn 10 dager igjen til forfall eller daglig gjennomsnittlig «roll cost» faller under en absoluttverdi på 0,05. Man påtar seg ved denne strategien en risiko for ugunstige endringer i futureskurven. Forfatterne mener at denne risikoen for det meste knytter seg til endringer i aksjepriser, og at det følgelig er mulig å sikre seg mot deler av denne risikoen ved bruk av futureskontrakter på aksjeindeksen. Den sikrede strategien produserte signifikante avkastningstall, med gjennomsnittlig fortjeneste per kjøps- og salgskontrakt på henholdsvis 792 og 1018 USD fra januar 2007 til desember 2011. Liknende undersøkelse med ETP-er ble utført av Bordonado, et al. (2016). ETP-er er lettere tilgjengelig for folk flest, og vil følgelig være mer relevant for den gjennomsnittlige investor. Resultatene til Bordonado, et al. (2016) støtter til en viss grad Simon og Campasano (2014), men de finner at en usikret strategi genererte den beste risikojusterte avkastningen. Stanescu og Tunaru (2013) benytter seg av GARCH-modeller for å estimere spredningen mellom VIX og VSTOXX, og viser til gode resultater fra en trading-strategi basert på dette.

Enkelte studier på volatilitet som aktivaklasse (Grant, et al., 2007; Hafner & Wallmeier, 2008) fokuserer på at realisert volatilitet i gjennomsnitt er lavere enn implisert volatilitet, såkalt «variance risk premium». Denne premien kan oppnås ved å selge varians-swapper, og kan sammenlignes med å selge forsikring. Egloff, et al. (2010) gjør en omfattende undersøkelse av hvordan varians-swapper kan inngå i en optimal portefølje i en dynamisk kontekst. De

[16] $Gjennomsnittlig\ daglig\ "roll\ cost" = \frac{Basis}{Antall\ arbeidsdager\ til\ forfall}$, der basis er differansen mellom futures- og spot-pris (Simon & Campasano, 2014).

finner en markant forbedring av prestasjoner både in-sample og out-of-sample ved å inkludere varians-swapper i porteføljen. For et investeringsunivers bestående av aksjer og varians-swapper, finner Hafner og Wallmeier (2008) at effisiente gjennomsnitt/varians-porteføljer inneholder en betydelig kort posisjon i varians-swapper. Denne allokeringen fører imidlertid til uønsket negativ skjevhet i avkastningsfordelingen. Ved bruk av Polynomial Goal Programming forsøker de å finne en investorspesifikk avveiing mellom sharpe rate, skjevhet og kurtose, men konkluderer med at en balansert avveiing mellom disse ikke eksisterer. Idéen om å kombinere en lang posisjon i volatilitetsfutures for diversifisering, og en kort posisjon i varians-swapper, viser lovende resultater i en studie utført av Brière et al. (2010a).

4.3 Evaluering av tidligere litteratur – fire verk som omhandler volatilitetsderivater i porteføljesammenheng

Antall studier med fokus på volatilitetsinvesteringer har økt betydelig etter introduksjonen av de første børsnoterte volatilitetsderivatene og ETP-er basert på disse. Allikevel er det veldig varierende kvalitet på den tilgjengelig litteraturen, og mye er upublisert eller publisert i journaler med mindre prestisje og påvirkningskraft. For å evaluere metode og resultater i tidligere litteratur har vi derfor fokusert på kun fire forskjellige studier. Tre av disse er publisert i internasjonalt anerkjente journaler som tilhører den beste kvartilen av finansjournaler dersom SJR[17] legges til grunn. Studien til Szado (2009) inkluderes hovedsakelig grunnet mange siteringer i andre verk. De fire studiene undersøker volatilitetsinvesteringer i kombinasjon med andre aktiva med forskjellige tilnærminger. Seg imellom dekker de store deler av de forskjellige tilnærmingene som finnes i tidligere litteratur.

4.3.1 "VIX futures and options – a case study of portfolio diversification during the 2008 financial crisis" (Szado, 2009)

Motivert av den drastiske økningen i korrelasjoner mellom ulike aktivaklasser under finanskrisen i 2008, studerer Szado (2009) inkluderingen av lange posisjoner i VIX-derivater (futures og kjøpsopsjoner) i en portefølje typisk for en institusjonell investor. Han undersøker prestasjonen av tre ulike «basisporteføljer», både alene og i kombinasjon med ulike vekter i

[17] «SCImago Journal Rank indicator» (SJR) er et mål på en journal sin påvirkningskraft eller prestisje. For mer informasjon se http://www.scimagojr.com/journalrank.php.

VIX-derivater. De ulike basisporteføljene består av en ren aksjeportefølje (aksjeporteføljen), en 60/40 % aksje/obligasjonsportefølje (60/40-porteføljen), og en 60,5/30,5/9 % aksje/obligasjon/alternativ-portefølje[18] (blandingsporteføljen).

Szado (2009) studerer porteføljene over to tidsperioder. Fra mars 2006 til desember 2008, og fra august 2008 til desember 2008. Begge tidsperiodene inneholder finanskrisen i 2008, hvor VIX noterte sin foreløpig høyeste verdi på 80,86 den 20 november (For VXO ble høyeste verdi notert i 1987). Til sammenligning har VIX hatt en gjennomsnittverdi på om lag 20[19]. De korte tidsperiodene tatt i betraktning, vil dette i stor grad påvirke studien. Et kort datagrunnlag kombinert med ekstreme observasjoner hindrer muligheten for generalisering av resultatene. Dette vil påvirke studiens evne til å si noe om hva som kan være gode strategier for fremtiden. Det skal riktignok nevnes at utarbeidelse av en langsiktig diversifiseringsstrategi ikke var hensikten med studien.

Szado (2009) benytter arbitrære vekter når han kombinerer basisporteføljene med én-måneds VIX-derivater. Basisporteføljene kombineres med 2,5 og 10 % VIX-futures[20], 1 og 3 % ATM VIX-kjøpsopsjoner, og 1 og 3 % allokering i 25 % OTM VIX-kjøpsopsjoner. Totalt gir dette 18 porteføljer. Posisjoner i VIX-derivater rulleres dagen før forfall. Samtidig som neste én-måneds kontrakt inngås, rebalanseres porteføljen til opprinnelige vekter. Dette vil si at egenskapene til VIX-derivatene kan endres i løpet av månedsperioden. For eksempel viser Hill (2013) at tid til forfall i stor grad påvirker forholdet mellom VIX og VIX futures. En inkonsistens i VIX-derivatene sitt forhold til VIX gjør at avkastningen i VIX-derivatene, og dermed også avkastningen i porteføljene, vil avhenge av hvilken dag en endring i VIX forekommer. Det kunne derfor vært interessant å undersøke hvorvidt en endring av dag (i måneden) for rebalansering og rullering av VIX-derivater ville påvirket resultatene. Med en slik tilnærming vil en også oppnå mer robuste resultater. Et alternativ til rullerende vekter kan være å vekte to eller flere kontrakter, med daglig rebalansering, for å oppnå en konstant gjennomsnittlig løpetid. VIX-futures med konstant tid til forfall benyttes i studier av blant

[18] Alternative aktiva består av: High Yield Obligasjoner, Hedge Fond, Managed Futures, Råvarer, Private Equity og Eiendom.

[19] Basert på daglig utvikling f.o.m januar 1990 t.o.m januar 2016 (data fra CBOE).

[20] Fullt ut kollateralisert med en posisjon i US Treasury Bills tilsvarende kontraktens pålydende.

andre Luo og Dash (2011), Deng, et al. (2012), Hill (2013) og Gantenbein og Rehrauer (2013). Ulempen med en slik løsning vil være økte transaksjonskostnader.

I følge Szado (2009) ga en rullerende posisjon i kollateraliserte VIX futures mellom august og desember 2008 en avkastning på 159,52 %. Med unntak av obligasjoner og managed futures, hadde samtlige andre aktiva negativ avkastning i samme periode. Med andre ord vil enhver posisjon i VIX-derivater bedre den totale avkastningen betraktelig. Kombinert med arbitrære vekter, bestemt ex-post, vil også dette svekke studiens overførbarhet i forhold til fremtidige scenarioer. Som nevnt i forbindelse med studien til Guobuzaite og Martellini (2012) er det verdt å merke seg effekten av kollateraliseringen av futures posisjonene. Når Szado (2009) investerer et beløp i VIX-futures, investeres samtidig samme beløp i risikofritt aktiva. Ettersom de tre basisporteføljene oppnår negativ avkastning i begge tidsperiodene, vil enhver allokering til statskasseveksler bedre den totale avkastningen til porteføljene.

I begge tidsperioder, og for alle kombinasjoner mellom VIX-derivater og basisporteføljene, viser Szado (2009) til økt årlig avkastning sammenlignet med basisporteføljene. Endring i videre fordelingsmomenter er mer varierende. For porteføljene som inneholder VIX-futures blir også standardavvik redusert, skjevhetsverdiene øker, mens kurtoseverdiene holder seg på omtrent samme nivåer som for basisporteføljene. Hovedtrekkene for porteføljene som inneholder OTM VIX kjøpsopsjoner er for det første en stor økning i standardavvik og kurtose. Til gjengjeld har disse porteføljene høyest avkastning, og størst skjevhetsverdier dersom 3 % allokering benyttes. Med ATM- i stedet for OTM VIX-kjøpsopsjoner er resultatene mindre ekstreme. Hovedtrekkene er avhengig av allokering, der en 1 % allokering reduserer standardavvik og øker skjevhetsverdien, mens en 3 % allokering øker standardavvik og reduserer skjevhetsverdien. Økning i kurtose forekommer i alle porteføljer, med unntak av ved 1 % allokering til kjøpsopsjoner i kombinasjon med aksjeporteføljen.

Szado (2009) sammenligner resultatene ovenfor med porteføljer der kjøp av SPX-salgsopsjoner benyttes i stedet for VIX-kjøpsopsjoner. SPX-salgsopsjonene kjøpes til samme pris som henholdsvis ATM- og OTM VIX-kjøpsopsjonene. Opsjonenes utøvelsespris avhenger av den relative prisingen mellom SPX-salgsopsjoner og VIX-kjøpsopsjoner. Dette tar ikke høyde for forskjell i nivå på underliggende, noe som resulterer i stor forskjell i

«moneyness»[21] mellom SPX- og VIX-opsjonene. Det kunne derfor også vært interessant å sammenligne opsjoner med lik grad av «moneyness», eller å utlede et passende sikringsforhold mellom SPX-indeksen og opsjonene. Szado (2009) viser at bruk av SPX-salgsopsjoner gir langt fra den samme effekten som en oppnår ved VIX-derivater. I den lengste tidsperioden reduseres avkastningen i samtlige porteføljer, uten at de resterende fordelingsmomentene forbedres nevneverdig. En økning i avkastning i forhold til basisporteføljene observeres i den korte tidsperioden, men også her presterer VIX-derivatene bedre.

Szado (2009) konkluderer sin studie med at en lang posisjon i VIX-derivater, selv med negativ avkastning over lengre horisonter, kan gi betydelig beskyttelse i nedgangsperioder. Dette må kunne sies å være som forventet, da utgangspunktet for studien er et kort datasett med en finanskrise hvor VIX noterte sin så langt høyeste verdi. Sammen med mangelen på en begrunnet og/eller modellert allokering, begrenser dette nytten av studien utover et scenario som inkluderer et betydelig markedsfall. Dersom porteføljene i studien ikke egner seg for en mer langsiktig horisont, men er avhengig av investors prediksjon av et større markedsfall på kort sikt, er det naturlig å se for seg at investorer heller ser til andre investeringsalternativer. Over den lengste tidsperioden er det kun porteføljene med allokering til OTM VIX-kjøpsopsjoner som oppnår en positiv kumulativ avkastning. Med andre ord vil investorer komme bedre ut med en risikofri plassering, sammenlignet med porteføljene som inkluderer VIX-futures eller ATM VIX-kjøpsopsjoner. En annen svakhet ved studien er ignoreringen av transaksjonskostnader. Szado (2009) forsøker å korrigere for transaksjonskostnader for VIX-kjøpsopsjoner ved å kjøpe til salgspris og selge til differansen mellom utøvelsespris og underliggende («intrinsic value»). Han ser likevel bort ifra kurtasje. For alle andre investeringer tas det ingen hensyn til transaksjonskostnader. I alle porteføljer som inneholder VIX-derivater, benytter Szado (2009) derivater med én måned til forfall. En interessant utvidelse av studien kan være å vurdere VIX-derivater med lengre tid til forfall.

4.3.2 "Volatility exposure for strategic asset allocation" (Brière, et al., 2010a)

Brière, et al. (2010a) undersøker en kombinasjon av aksjer og volatilitetsstrategier, motivert av en mangel på lignende studier blant datidens eksisterende litteratur. Studien tar

[21] Hvorvidt en opsjon er in-, out- eller at-the-money.

utgangspunkt i en langsiktig amerikansk (US) investor, hvor optimal aktivaallokering utføres gjennom et gjennomsnitt/modifisert-Value-at-Risk[22] rammeverk for å ta hensyn til volatilitetsstrategienes ikke-normale avkastningsfordeling.

Brière, et al. (2010a) benytter S&P 500 som mål på aksjeavkastning, men spesifiserer ikke hvorvidt det er prisindeksen (symbol: SPX) eller totalavkastningsindeksen (symbol: SPXT) som benyttes. I tillegg til aksjer presenteres ytterligere to volatilitetsstrategier som del av det totale investeringsuniverset. En lang posisjon i VIX-futures (LV for «long volatility») og en kort posisjon i varians-swapper (VRP for «volatility risk premium»), begge med én måneds løpetid. Hensikten med en LV- og VRP-posisjon er henholdsvis diversifisering gjennom negativ korrelasjon med aksjer, og å fange opp differansen mellom implisitt og realisert volatilitet.

LV-strategien spesifiseres videre ved å la posisjonen i VIX-futures avhenge negativt av prisen på VIX-futures. Brière, et al. (2010a) begrunner denne dynamiske strategien med et ønske om å utnytte at volatilitet har en tendens til å returnere til sin gjennomsnittsverdi («mean-reversion»). Når det gjelder VRP-strategien benyttes verdien på VIX som mål for swap-kontraktens utøvelsespris. Med andre ord vil avkastningen avhenge av differansen mellom verdien på VIX ved kontraktens inngåelse og den realiserte variansen i S&P 500 over kontraktsperioden.

I likhet med Szado (2009), utfører Brière, et al. (2010a) en kollateralisering av volatilitetsderivatene. Følgelig består volatilitetsstrategiene (LV og VRP) av volatilitetsderivater samt risikofri investering i én-måned US LIBOR. For å redusere belåningseffekten av volatilitetsstrategiene gjennomføres en normalisering av strategienes eksponering mot volatilitet. Midler allokert til volatilitetsstrategiene vil fullt ut investeres risikofritt, men av denne allokeringen vil en estimert konstant avgjøre hvor stor del som skal investeres i volatilitetsderivater. Volatilitetsstrategiene normaliseres ved å justere konstantene

[22] $ModVaR(1-\alpha) = -(\mu + w_\alpha * \sigma)$, der μ og σ er henholdsvis gjennomsnitt og standardavvik for avkastningsfordelingen. Videre er w_α den modifiserte α-kvantilen for avkastningsfordelingen, approksimert av Cornish-Fisher ekspansjonen basert på en Taylor-rekke approksimasjon av fordelingsmomentene.
$w_\alpha = z_\alpha + \frac{1}{6}(z_\alpha^2 - 1) * S + \frac{1}{24}(z_\alpha^3 - 3z_\alpha) * EK - \frac{1}{36}(2z_\alpha^3 - 5z_\alpha) * S^2$, der z_α, S og EK er henholdsvis α-kvantilen for en standard normalfordeling, skjevhet og eksess kurtose (Stuart, et al., 1999, referert i Brière, et al., 2011).

slik at modifisert 99 % VaR for volatilitetsstrategiene sammenfaller med modifisert 99 % VaR for aksjer.

Datamaterialet anvendt i studien til Brière, et al. (2010a) strekker seg fra februar 1990 til august 2008. Tidsperioden deles videre opp i to delperioder, fra februar 1990 til juli 1999 og fra august 1999 til august 2008. Første periode benyttes blant annet til normaliseringen av volatilitetsstrategiene. Ettersom VIX-futures ikke ble lansert før i mars 2004, har forfatterne approksimert VIX-futures priser mellom 1990 og lanseringen i 2004. Approksimeringen er basert på et estimert gjennomsnittlig forhold mellom VIX og VIX-futures i perioden fra mars 2004 til august 2008. For at approksimeringen skal kunne gi et godt estimat på tidligere VIX-futurespriser er de avhengig av en konstant sammenheng mellom VIX og VIX-futures. Dette kan virke som en overforenkling og føre til usikkerhet rundt studiens resultater. Det er ikke nødvendigvis sikkert at dette korte dataintervallet er representativt for tidligere perioder. Resultatene av regresjonen omtales ikke i artikkelen.

I en relatert studie estimerer Brière, et al. (2010b) tidligere priser for én-måneds VIX-futures, også basert på data mellom mars 2004 og august 2008. De anvender samme metode som Brière, et al. (2010a), og den lineære regresjonen mellom én-måneds VIX-futures og VIX gir justert R^2 = 0,95. Dette vil si at 95 % av prisen på én-måneds VIX-futures kan forklares av verdien av VIX. Selv om dette er relativt høyt, er det fortsatt en andel av variasjonen i VIX-futures som ikke kan forklares av modellen. Det kan derfor undersøkes hvorvidt en utvidelse av regresjonsmodellen anvendt i Brière, et al. (2010a, b) kan forbedre estimatene. Alternativer kan være en VIX-variabel av høyere orden (for eksempel VIX^2), dummyvariabler for forskjellige nivåer av VIX, eller å søke etter andre forklaringsvariabler.

Brière, et al. (2010a) komponerer til slutt fire porteføljer basert på investeringsuniverset presentert tidligere. Portefølje én består av kun aksjer. Portefølje to, tre og fire består av aksjer i kombinasjon med henholdsvis LV-strategien, VRP-strategien, og begge volatilitetsstrategiene. Forfatterne benytter den første delperioden i sitt datasett som grunnlag for en optimal aktiva-allokering mellom aksjer og volatilitetsstrategiene. Allokeringen testes «in-sample» i den samme delperioden. Deretter testes den optimale allokeringen «out-of-sample» i den siste delperioden. Grunnlaget for approksimeringen av VIX-futurespriser i «in-sample»-datasettet ligger i «out-of-sample»-datasettet. Med andre ord vil det være en link mellom «in-sample» og «out-of-sample» og deler av «out-of-sample»-datasettet inngår indirekte i «in-sample»-optimaliseringen.

Den optimale aktivaallokeringen for portefølje to ble 63 % i aksjer og 37 % i LV (Brière, et al., 2010a). For portefølje tre ble resultatet 63 % i aksjer og 37 % i VRP, mens det for portefølje fire ble 26 % i aksjer, 29 % i LV og 44 % i VRP. Alle porteføljene som inkluderer volatilitetsstrategier oppnår høyere sharpe rate og lavere modifisert VaR, sammenlignet med aksjeporteføljen. Portefølje to, som består av aksjer og VRP, oppnår riktignok negativ skjevhet både «in-sample» og «out-of-sample». Skjevhetsverdiene forbedres betraktelig dersom også LV inkluderes, som i portefølje fire. Portefølje fire, som inkluderer både aksjer, VRP og LV, er totalt sett den beste porteføljen i begge delperiodene. For alle porteføljene er avkastning, sharpe rate, modifisert VaR, samt høyere momenter, dårligere «out-of-sample» sammenlignet med «in-sample». Den relative prestasjonen porteføljene imellom er likevel nokså lik.

Basert på disse resultatene konkluderer Brière, et al. (2010a) med at volatilitetsstrategier i kombinasjon med aksjer gir bedre resultater enn aksjer alene. Deres konklusjon styrkes av en kartlegging av korrelasjoner, «coskewness»[23], og «cokurtosis»[24] mellom aksjer og volatilitetsstrategiene. LV-strategien viser gode diversifiseringseffekter ovenfor aksjer, mens VRP-strategien gir en betydelig økning i avkastning for en mindre økning i risiko. I tillegg har volatilitetsstrategiene en tendens til å utligne hverandre i ekstreme situasjoner. Mangelen på uavhengig «out-of-sample»-data må likevel kunne sees på som en svakhet ved studien og begrenser nytten av de gode resultatene. Det samme gjelder for approksimeringen av tidligere VIX futures verdier. I tillegg tar forfatterne ikke høyde for transaksjonskostnader. I følge studiens metodologi rebalanseres vektene hver måned, inkludering av transaksjonskostnader vil derfor medføre en svekkelse av de rapporterte resultatene. I motsetning til Szado (2009), vurderer Brière, et al. (2010a) stabiliteten i sine resultater ved starte de månedlige investeringene på fire forskjellige dager i måneden. De rapporterte resultatene er gjennomsnittet av disse fire seriene, og studien fremstår således som mer robust.

4.3.3 "The diversification effects of volatility-related assets" (Chen, et al., 2011)

Chen, et al. (2011) har en annen tilnærming til diversifiseringseffektene av volatilitetsderivater. Under et rammeverk basert på gjennomsnitt og varians tester de om den

[23] Generell formel for «coskewness»: $sk_{ikj} = E\left[(r_i - \mu_i)(r_j - \mu_j)(r_k - \mu_k)\right] / \left[\sigma_i \sigma_j \sigma_k\right]$ (Brière, et al., 2010a).

[24] Generell formel for «coskurtosis»: $ku_{ikjl} = E\left[(r_i - \mu_i)(r_j - \mu_j)(r_k - \mu_k)(r_l - \mu_l)\right] / \left[\sigma_i \sigma_j \sigma_k \sigma_l\right]$ (Brière, et al., 2010a).

effisiente porteføljefronten kan utvides ved å inkludere volatilitet-relaterte aktiva i investeringsuniverset. De tar utgangspunkt i fire referanseporteføljer. Disse dannes fra henholdsvis seks og 25 likevektede og seks og 25 verdivektede aksjeporteføljer basert på størrelse og pris/bok-forhold[25]. Artikkelen vurderer effekten av direkte investering i VIX-indeksen, kollateraliserte kortsiktige VIX-futures og en portefølje av «out-of-the-money» SPX-opsjoner, kalt «VIX-squared»[26]. De to sistnevnte er investerbare volatilitetsaktiva, og mest relevant fra et praktisk perspektiv. Effekten av å inkludere volatilitetsaktiva i en portefølje bestående av flere aktivaklasser undersøkes ikke, studien er således kun relevant for aksjeinvestorer.

For VIX og «VIX-squared» brukes ukentlig data fra 12. januar 1996 til 18. april 2008, mens datagrunnlaget for VIX-futures starter 2. april 2004. Gjennomsnittlig ukentlig avkastning på VIX-futures og «VIX-squared» var henholdsvis -1,03 % og -5,84 %, mens den for VIX var positiv på 0,73 %. Gjennomsnittlig avkastning på aksjeporteføljene varierte fra 0,21 % til 0,29 % i gjennomsnitt, og kunne i tillegg vise til vesentlig lavere standardavvik enn samtlige volatilitetsaktiva. Gjennomsnittlig korrelasjon mellom VIX-futures og aksjeporteføljene var rundt -0,7, mens korrelasjonen var noe svakere mellom VIX-indeksen og aksjeporteføljene med om lag -0,6. «VIX-squared» hadde en gjennomsnittlig korrelasjon med aksjeporteføljene på rundt -0,35.

Det anvende rammeverket ignorerer høyere momenter i avkastningsfordelingen. Chen, et al. (2011) viser likevel til positiv skjevhet i de volatilitetsrelaterte aktivaene, i tillegg til kurtoseverdier langt over normalfordeling. Det betyr at inkludering av volatilitetsaktiva kan påvirke porteføljens avkastningsfordeling på andre måter enn de som undersøkes i denne studien. Investorer foretrekker som regel positiv skjevhet, noe som taler for at skjevhet bør vektlegges i komponering av porteføljene. Som videre forskning foreslår Chen, et al. (2011) å teste hvorvidt volatilitet-relaterte aktiva kan utvide en effisient porteføljefront basert på gjennomsnitt, varians og skjevhet.

[25] Porteføljer hentet fra Ken French (http://mba.tuck.dartmouth.edu/pages/faculty/ken.french/data_library.html).

[26] «VIX-squared» er 30 dagers vektet gjennomsnitt av kalkulert varians fra nærmeste og nest nærmeste sett med SPX-opsjoner, hvor vektene er omvendt proporsjonal med kvadrert utøvelsespris i tråd med utledningen av VIX i CBOE (2015).

Den benyttede metoden for testing av utvidelse av en gjennomsnitt/varians-effisient porteføljefronten ble først introdusert av Huberman og Kandel (1987). Testen kan deles inn i to deler: endring i den globale minimum-variansporteføljen og endring i tangentporteføljen. Det kan vises at alle porteføljer på porteføljefronten kan dannes fra en lineær kombinasjon av kun to distinkte effisiente porteføljer (Cass & Stiglitz, 1970; Merton, 1972). Det vil si at en test på minimum-variansporteføljen og tangentporteføljen fungerer som en test på hele porteføljefronten. Kan og Zhou (2012) foreslår i tillegg en prosedyre der man først tester tangentporteføljen, og deretter tester minimum-variansporteføljen gitt at tangentporteføljen ikke endrer seg ved inkludering av et volatilitetsaktivum. På denne måten kan man skille om eventuell utvidelse av porteføljefronten kommer som følge av endring i minimumvarians-porteføljen eller tangentporteføljen.

Testene kan vise til statistisk signifikant økning i porteføljefronten ved inkludering av alle volatilitetsaktiva for alle referanseporteføljer på 1 %-nivå. For VIX-indeksen er økningen signifikant både for minimum-variansporteføljen og tangentporteføljen. For «VIX-squared» er økningen i tangentporteføljen kun signifikant på 5 %-nivå, noe som tyder på at utvidelse av porteføljefronten i større grad kommer fra endring i minimum-variansporteføljen. Chen, et al. (2011) finner ingen signifikant forbedring av tangentporteføljen for VIX-futures for de fleste aksjeporteføljene. At det kun er signifikant endring i minimum-variansporteføljen tyder derfor på at utvidelse av porteføljefronten i stor grad stammer fra muligheten til å redusere risiko ytterligere.

Det er verdt å merke seg at ex-post optimale vekter for en Sharpe-rate-optimerende investor var positive i VIX-indeksen (0,0427 til 0,1086), mens de for «VIX-squared» og VIX-futures var negative over de respektive periodene. Som nevnt tidligere vil salg av volatilitetsaktiva kunne føre til en ugunstig negativ skjevhet som ikke fanges opp av Sharpe-raten.

Porteføljene som består av VIX-futures og «VIX-squared» er gjenstand for hyppig rebalansering. Kostnadene knyttet til rebalansering og hold av opsjons- og futuresporteføljer kan være betydelige. Som for Szado (2009) svekkes den praktiske overførbarheten av studien til Chen, et al. (2011) av det faktum at den er utført ex-post, samt ignorerer transaksjonskostnader og høyere momenter i optimaliseringen.

Resultatene til Chen, et al. (2011) tyder på at volatilitetsaktiva kan utvide porteføljefronten. Den største delen av denne utvidelsen kommer som følge av endringer i minimum-

variansporteføljen. Dette tyder på at de investerbare volatilitetsderivatene i denne studien i større grad kan benyttes til risikoreduksjon, snarere enn å forbedre sharpe-raten. Det vil derfor kunne være av interesse å undersøke om andre sikringsmetoder, som for eksempel «plain vanilla» salgsopsjoner på aksjeindeksen, ville utvidet porteføljefronten mer effektivt.

4.3.4 "Diversification with volatility products" (Alexander, et al., 2016)

Alexander, et al. (2016) undersøker hvorvidt en lang posisjon i volatilitetsfutures kan fungere som et effektivt diversifiseringsverktøy for en investor med lang posisjon i aksjer, eller lang posisjon i aksjer og obligasjoner. Først utledes en ex-ante optimal grenseverdi for diversifisering med volatilitet. Dette er et minimumsnivå for forventet avkastning i volatilitetsfutures som gjør diversifisering av en aksje og obligasjonsportefølje optimalt, ex-ante. Dette legger grunnlaget for en empirisk undersøkelse hvor fordelene av optimal diversifisering (ex-ante) med volatilitetsfutures analyseres for aksje og obligasjonsinvestorer i USA (US) og Europa (EU). Studien tar utgangspunkt i tre typer investorer som anvender tre forskjellige optimaliseringsrammeverk: minimum varians (MV), gjennomsnitt/varians (GV) og Black Litterman[27] (BL).

I den empiriske undersøkelsen anvender Alexander, et al. (2016) et datasett med daglig observasjoner fra januar 2006 til april 2015. Det gir vesentlig flere observasjoner enn i mye av den tidligere litteraturen. Fem porteføljer analyseres med utgangspunkt i de tre forskjellige rammeverkene. Portefølje én består av US aksjer og obligasjoner (P1), portefølje to består av US aksjer, obligasjoner og volatilitetsfutures med konstant gjennomsnittlig én måneds løpetid (P2), portefølje tre består av US aksjer, obligasjoner og volatilitetsfutures med konstant gjennomsnittlig fem måneders løpetid (P3), portefølje fire består av US aksjer, obligasjoner og råvarer (P4), og portefølje fem består av EU aksjer, obligasjoner og volatilitetsfutures med konstant gjennomsnittlig én måneds løpetid (P5). P1 inkluderes i analysen som en referanseportefølje for de diversifiserte porteføljene, mens P4 inkluderes som alternativ til diversifisering med volatilitetsfutures. Undersøkelsen utføres med historisk input-data for ex-ante optimaliseringen satt til én, tre og 12 måneder. Dette gir totalt 45 (3x5x3) tidsserier. Første optimalisering utføres januar 2007, deretter optimaliseres og rebalanseres porteføljene

[27] Følger tolkning og implementering av He og Litterman (1999), med unntak av fastsettelsen av usikkerhet knyttet til personlige synspunkt hvor Meucci (2005) følges.

månedlig. Robusthetstester knyttet til data- og rebalanseringsfrekvens er utført og gir sammenfallende resultater. Det antas at investorene har tilgang til et risikofritt aktivum[28], i tillegg settes risikoaversjon $\gamma = 4$ for GV- og BL-investoren. For BL-investoren danner historisk input-data utgangspunktet for investorens synspunkt («views»), mens forventet avkastning under likevekt («equilibrium») kalkuleres med utgangspunkt i en likevektsportefølje bestående av 60/40/0 % allokering i aksjer, obligasjoner og volatilitet/råvarer. Andre komponeringer av likevektsporteføljen og grad av risikoaversjon er undersøkt og påvirker ikke resultatene.

Alexander, et al. (2016) benytter ETP-er for å representere investeringer i forskjellige aktiva. Samtlige ETP-er er av typen «total return», som for volatilitetsfutures og råvarer vil innebære en implisitt kollateralisering av futureskontraktene disse ETP-ene representerer. Dette er samme tilnærming som anvendes av blant andre Szado (2009), Brière, et al. (2010a, b), Guobuzaite og Martellini (2012) og Brière, et al. (2012). Alexander, et al. (2016) tar hensyn til transaksjonskostnader gjennom differansen mellom kjøps- og salgspris på dagen for rebalansering, men ignorerer kurtasjekostnader. Ettersom ETP-ene for volatilitetsfutures ikke ble utstedt før i 2009 og 2010 for henholdsvis US og EU, konstrueres tidligere verdier ved bruk av metodologien i ETP-ene sine referanseindekser.

Blant resultatene av den empiriske undersøkelsen til Alexander, et al. (2016) presenteres en oversikt over hvor ofte (av de 100 rebalanseringspunktene i datagrunnlaget) diversifisering med volatilitet/råvarer er ex-ante optimalt for P2 til P5. Dersom 100 % allokering til volatilitet/råvarer tillates og 12 måneders input-data legges til grunn for optimaliseringen, vil en MV-investor diversifisere med volatilitet/råvarer ved over 90 % av rebalanseringspunktene, for alle porteføljene. Med tilsvarende betingelser er diversifiseringsfrekvensen nokså lik for en GV- og BL-investor. For disse er diversifisering i færre tilfeller optimalt sammenlignet med en MV-investor, med en frekvens fra 35 til 62 % avhengig av portefølje. Det bør riktignok nevnes at gjennomsnittlig allokering til volatilitet er høyere for en GV-investor enn for en MV-investor. Generelt sett er diversifisering med volatilitet oftere optimalt enn diversifisering med råvarer. Videre er det små forskjeller mellom én måneds US og EU volatilitetsfutures

[28] For P1 til P4: én måneds US Treasury Bill. For P5: én måneds EURIBOR.

(henholdsvis P2 og P5), og mellom én og fem måneders US volatilitetsfutures (henholdsvis P2 og P3).

Alexander, et al. (2016) analyserer «out-of-sample» avkastning og risiko realisert ved å følge en månedlig ex-ante optimalisering og rebalansering beskrevet tidligere. Fokus ligger på forskjellen mellom aksje og obligasjonsporteføljen (P1), og de diversifiserte porteføljene. Her ekskluderes riktignok tidsserier som inkluderer enten BL-investoren, P5 eller 3 måneders input-data. Dette grunnet nokså sammenfallende resultater med henholdsvis en GV-investor, P2 og 1 måneds input-data. Videre deles datasettet i to delperioder, fra januar 2007 til desember 2009, og fra januar 2010 til april 2015. For MV- og GV-investoren evalueres hver delperiode og portefølje basert på total avkastning og sharpe-rate. I den første delperioden, som inneholder finanskrisen i 2008, gir diversifisering med volatilitetsfutures økt avkastning for begge investorer. Eneste unntak er P2 med 12 måneders input-data for MV-investoren, der gir diversifisering med én måneds volatilitetsfutures marginalt lavere avkastning enn aksje og obligasjonsporteføljen. Stort sett fører den økte avkastningen riktignok med seg en økt risiko, slik at aksje og obligasjonsporteføljen fremstår som best dersom sharpe-rate legges til grunn. I samme delperiode gir diversifisering med råvarer både lavest avkastning og sharpe-rate.

I den siste delperioden finner Alexander, et al. (2016) at det igjen er aksje og obligasjonsporteføljen som gir de beste resultatene. Med få unntak gir P1 både høyest avkastning og sharpe-rate. I motsetning til den første delperioden gir diversifisering med råvarer bedre resultater enn diversifisering med volatilitetsfutures. Totalt sett viser undersøkelsen at ingen av de diversifiserte porteføljene har kunnet tilby vesentlig bedre risikojustert avkastning enn en standard aksje og obligasjonsportefølje, bortsett fra noen få måneder under finanskrisen i 2008. Likevel viser den samme undersøkelsen at diversifisering er ex-ante optimalt for store deler av rebalanseringspunktene. Når det gjelder volatilitetsfutures forklarer Alexander, et al. (2016) dette med at investorene ikke rekker å ta sin posisjon før volatilitet har snudd fra et toppnivå og returnerer mot sitt gjennomsnittsnivå («mean reversion»). Store hopp i volatilitet i input-data kan potensielt føre til svært store allokeringer til volatilitetsfutures. Med en stor allokering til volatilitetsfutures i etterkant av et hopp, vil retur mot gjennomsnittsnivå medføre store tap. Her kunne det vært interessant å undersøke effekten av restriksjoner i allokeringen til volatilitetsfutures.

Det er verdt å merke seg at samtlige rammeverk og evalueringsmål som anvendes i studien til Alexander, et al. (2016) forutsetter en normalfordelt avkastningsfordeling. Et relevant

spørsmål vil derfor være hvilke konsekvenser dette har hatt for studien. Spesielt for GV-investoren gir diversifisering med volatilitet en vesentlig økning i den totale avkastningen for den første delperioden. Som nevnt fører økningen i avkastning med seg et større standardavvik, som til slutt resulterer i lavere sharpe-rate enn for aksje og obligasjonsporteføljen. Standardavviket legger lik vekt på avkastning under og over gjennomsnittet, et viktig spørsmål er hvorvidt et slikt risikomål passer inn i denne sammenhengen. Det er empirisk bevist i den eksisterende litteraturen at en lang posisjon i volatilitet ikke har normalfordelt avkastning, men heller en positiv skjevhet og høy kurtose (Hafner & Wallmeier, 2008; Carr & Wu, 2009). Høyere momenter inkluderes hverken i ex-ante optimaliseringen eller i evalueringen til Alexander, et al. (2016). I et tidligere, upublisert arbeidsnotat av samme forfattere (Alexander, et al., 2014) inkluderes riktignok en investor med skjevhetspreferanser. For denne investoren maksimeres en approksimering av «Generalized Sharpe Ratio» (GSR)[29]. Både ex-ante optimal diversifiseringsfrekvens og «out-of-sample» avkastningsstatistikk er nært sammenfallende for en investor med skjevhetspreferanser og en GV-investor, noe som kan være en årsak for ekskludering av investoren med skjevhetspreferanser i Alexander, et al. (2016). Også i Alexander og Korovilas (2011), som inneholder en lignende analyse av diversifisering med volatilitet, vurderes en investor med skjevhetspreferanser. Forfatterne utelater resultatene for denne investoren grunnet sammenfallende resultater med en GV-investor.

4.4 Generelle og spesifikke konklusjoner knyttet til volatilitetsderivater i porteføljesammenheng

Tidligere studier som tar for seg volatilitetsinvesteringer i kombinasjon med andre aktiva er forskjellige både med tanke på resultater og anvendt metode. Av den grunn er det vanskelig å trekke generelle konklusjoner med tilfredsstillende grad av sikkerhet. Det er likevel noen aspekter ved volatilitetsinvesteringer det foreligger en bred enighet om. En lang posisjon i volatilitet for diversifisering av aksjeporteføljer gir gode resultater i tiden rundt finanskrisen i 2008. Dette er ikke overraskende og dersom en ser bort ifra denne perioden er resultatene i

[29] $GSR = \sqrt{\frac{-2}{T}\ln(-U^*)}$, hvor U* er optimal forventet nytte for en investor med $U = -e^{-w}$, og opprinnelig formue $w_0 = 0$. T representerer investeringshorisonten i antall år (Hodges, 1998).
$GSR \approx Sharpe\ rate * \left(1 + \frac{skjevhet}{3} * Sharp\ rate\right)^{0,5}$ (Alexander, et al., 2014).

større grad sprikende. Korrelasjonen mellom aksjer og volatilitetsaktiva har vist seg å være sterk negativ, uavhengig av tidsperiode. Med en negativ korrelasjon vil nytten av å inkludere volatilitetsinvesteringer i en aksjeportefølje i stor grad avhenge av avkastningen på investeringene. I motsetning til korrelasjonen med aksjer har denne vist seg å være svært varierende i forskjellige tidsperioder.

En forklaring på manglende generelle konklusjoner er det korte datagrunnlaget enhver studie har hatt til rådighet. Det anvendes metoder for å estimere tidligere verdier, men dette fører som oftest med seg antakelser og begrensninger. Et kort datagrunnlag kan også forklare at de fleste studier baserer seg på månedlige observasjoner eller kortere. Investeringshorisonten blant forskjellige investorer varierer veldig, men datagrunnlaget legger begrensninger på hvor lang horisont som lar seg undersøke i praksis.

En interessant konklusjon i studien til Alexander, et al. (2016) er at selv om prediksjoner om fremtidig utvikling basert på historisk data indikerer at en investering i volatilitet er optimalt, så rekker ikke investorer å ta sin posisjon før prisen på volatilitetsaktiva har snudd nedover fra et toppnivå. Alexander, et al. (2016) baserer sin optimalisering på ubetinget historisk data. Brière, et al. (2010a) derimot, benytter historisk data betinget på VIX-futuresprisen for å finne optimal allokering til sin LV-strategi («long-volatility»). I motsetning til Alexander, et al. (2016) finner Brière, et al. (2010a) at å kombinere volatilitetsinvesteringer med aksjer gir bedre resultater enn aksjer alene. Det bør nevnes at studiene varierer i metode og datagrunnlag, men hvorvidt forskjellene i resultater kan avhenge av bruk av betingende variabler i datagrunnlaget er et interessant spørsmål.

Som nevnt tidligere finnes det flere studier av dynamiske trading-strategier som kan minne om Brière, et al. (2010a) sin LV-strategi. Blant andre kan Dash og Moran (2005), i likhet med Brière, et al. (2010a), vise til gode resultater av å basere allokeringen til volatilitet på dens «mean reversion»-egenskaper. Ved bruk av en omvendt strategi kan likevel Jones (2011) og Gantenbein og Rehrauer (2013) også vise til gode resultater. Det er noe oppsiktsvekkende at tilsynelatende motsatte strategier begge kan produsere gode resultater. Årsaken til dette kan knyttes til de forskjellige metodene, datagrunnlagene og forutsetningene som legges til grunn i hver studie. Med utallige måter å kombinere blant annet metode, data og evaluerings mål begrenser Gantenbein og Rehrauer (2013) sin egen og lignende studier til kun å dekke et spesifikt problem med begrenset omfang.

5. Markedet for volatilitetsinstrumenter

For å belyse oppgavens andre forskningsspørsmål («hvorfor eksisterer et marked for volatilitetsinstrumenter?») vil dette kapittelet omhandle markedets aktører og deres motiver for volatilitetsinvesteringer. I første delkapittel kartlegges markedets aktører basert på data fra «U.S. Commodity Futures Trading Commission» (CFTC). I andre delkapittel gjennomføres en spørreskjemaundersøkelse av aktørenes motiver for volatilitetsinvesteringer, mens tredje og siste delkapittel inneholder en diskusjon av resultatene funnet i delkapittel én og to.

5.1 Aktører i markedet for volatilitetsinstrumenter

Av futureskontrakter basert på volatilitetsindekser er det VIX-futures som har desidert høyest omsetning og «open interest». For ETP-er basert på volatilitetsfutures er også VIX underliggende indeks for ETP-ene med størst markedsverdi (Alexander, et al., 2015). CFTC publiserer ukentlig data som muliggjør innsyn i markedet for VIX-futures. Lignende data for andre volatilitetsderivater som volatilitetsopsjoner eller varians-swapper er derimot ikke allment tilgjengelig. Av den grunn tar vi utgangspunkt i VIX-futuresmarkedet for å kartlegge aktørene i markedet for volatilitetsinstrumenter.

Daglig data for «open interest» i markedet for VIX-opsjoner er riktignok tilgjengelig og viser en klar trend blant markedets aktører. Data fra CBOE viser at det er stor forskjell mellom «open interest» i kjøpsopsjoner og salgsopsjoner. Per 31 mai 2016 finnes det 4 636 158 kjøpsopsjoner, men kun 1 892 788 salgsopsjoner. Dette har også vært tilfellet i tidligere år, selv om antall kjøpskontrakter utover antall salgskontrakter naturligvis har variert noe. En mulig forklaring på denne skjevheten kan være aktørenes ønske om å sikre aksjeporteføljer.

CFTC har i flere tiår publisert «Commitments of Traders»-rapporter (COT) og siden år 2000 har disse blitt publisert ukentlig. COT-rapportene inneholder informasjon om «open interest» i en rekke futures-markeder, blant annet markedet for VIX-futures (CFTC, 2016a). Rapportene skiller mellom rapporteringspliktige (utover et minimumsnivå) og ikke-rapporteringspliktige posisjoner, hvor en aktør med rapporteringspliktige posisjoner klassifiseres som enten

«kommersiell» eller «ikke-kommersiell». Dersom futures benyttes som sikring[30] av forretningsrisiko forbundet med aktørens virksomhetsområde regnes en aktør som kommersiell. I alle andre tilfeller regnes en aktør som ikke-kommersiell (CFTC, 2016b).

For ytterligere innsyn i finansielle futuresmarkeder lanserte CFTC i 2010 «Traders in Financial Futures»-rapporten (TFF). Denne bygger på samme informasjon som COT-rapporten, men plasserer de rapporteringspliktige aktørene og deres posisjoner i fire kategorier: «Dealer/Intermediary», «Asset Manager/Institutional», «Leveraged Funds» og «Other Reportables». Aktører med rapporteringspliktige posisjoner leverer et lovpålagt skjema[31] til CFTC som blir utgangspunkt for klassifiseringen. Samtaler med aktørene og annen informasjon tilgjengelig for CFTC kan også vurderes. Til tross for lansering i 2010 er TFF-rapporter for VIX futures tilgjengelig fra juni 2006. For rapporter mellom 2006 og 2010 benyttes klassifiseringen av aktørene utført i 2010, og eventuelle endringer i klassifisering i denne perioden vil ikke reflekteres i datagrunnlaget. «Open interest» i markedet for VIX-futures var på et relativt lavt nivå i samme periode, og vi fokuserer derfor på rapporter mellom januar 2010 og mai 2016.[32] Utelatelsen av data mellom 2006 og 2010 kan videre begrunnes med manglende observasjoner i 2007, 2008 og 2009. Av hensyn til konfidensialitet publiseres ikke rapportene dersom det totale antall aktører er mindre enn 20 (CFTC, 2010).

Kategorien «Dealer/Intermediary» består av store banker samt «dealers» i verdipapirer, swaps og andre derivater. I kategorien «Asset Manager/Institutional» finner vi institusjonelle investorer som pensjonsfond, forsikringsselskaper, verdipapirfond og porteføljeforvaltere med institusjonelle klienter. «Leveraged Funds» inkluderer hovedsakelig hedgefond, mens «Other Reportables» består av resterende aktører med rapporteringspliktige posisjoner. «Dealer/Intermediary» betegnes som salgssiden av markedet, hvor aktørene typisk tjener penger på differanser mellom kjøp- og salgspris («bid-ask spread»). De resterende kategoriene utgjør kjøpssiden av markedet og benytter markedet til blant annet spekulering, sikring og risikoreduksjon (CFTC, 2010).

---

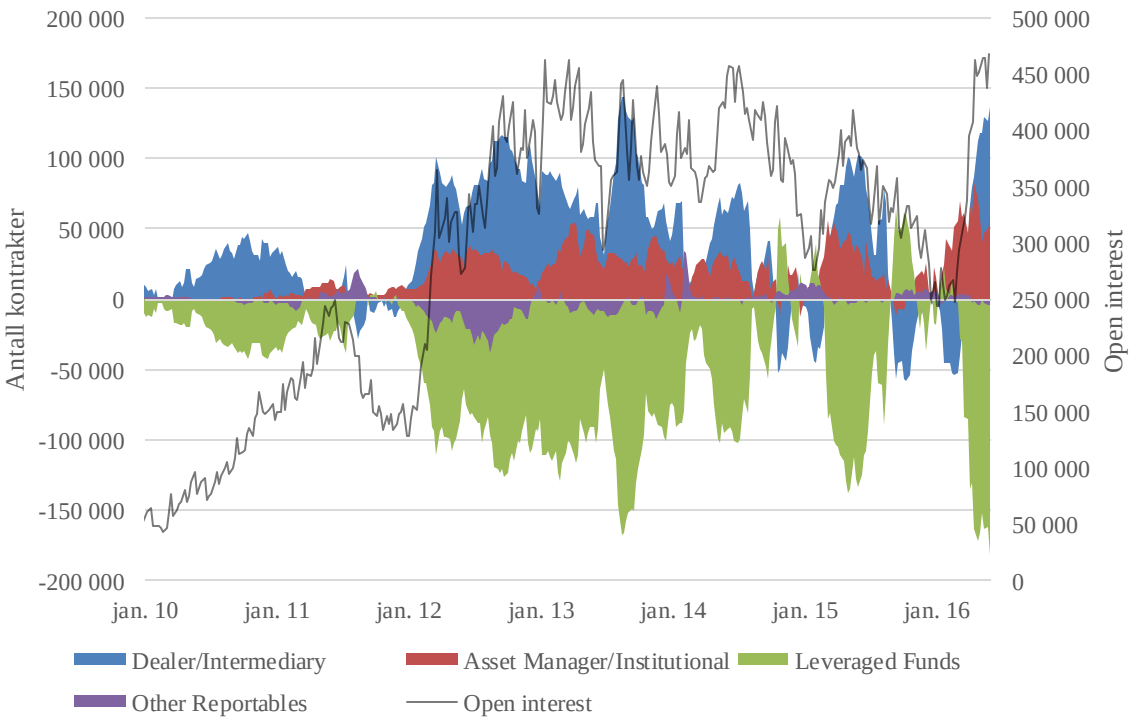
[30] Hva som regnes som sikring («hedging») bestemmes i «Code of Federal Regulations, Commodity and Securities Exchanges, title 17, sec. 1.3 (z)».

[31] «CFTC Form 40: Statement of Reporting Trader».

[32] «Open interest» passerte ikke 100 000 kontrakter før august 2010. Til sammenligning er «open interest» ved utgangen av mai 2016 på 468 183 kontrakter.

Målt med venstre akse i figur 6 presenteres netto posisjoner i markedet for VIX-futures for «Dealer/Intermediary», «Asset Manager/Institutional», «Leveraged Funds» og «Other Reportables». Et positivt antall kontrakter indikerer en netto lang posisjon, mens et negativt antall kontrakter indikerer en netto kort posisjon. Hovedtrekkene i perioden er en netto kort posisjon for «Leveraged Funds», balansert av netto lange posisjoner for «Dealer/Intermediary» og «Asset Manager/Institutional». Nettoposisjon for «Other Reportables» veksler i større grad mellom å være kort og lang, men absoluttverdien av nettoposisjonen er som regel betydelig lavere enn for de andre kategoriene. Dette tyder på en bedre balanse mellom aktørenes netto posisjonering innad i denne kategorien.

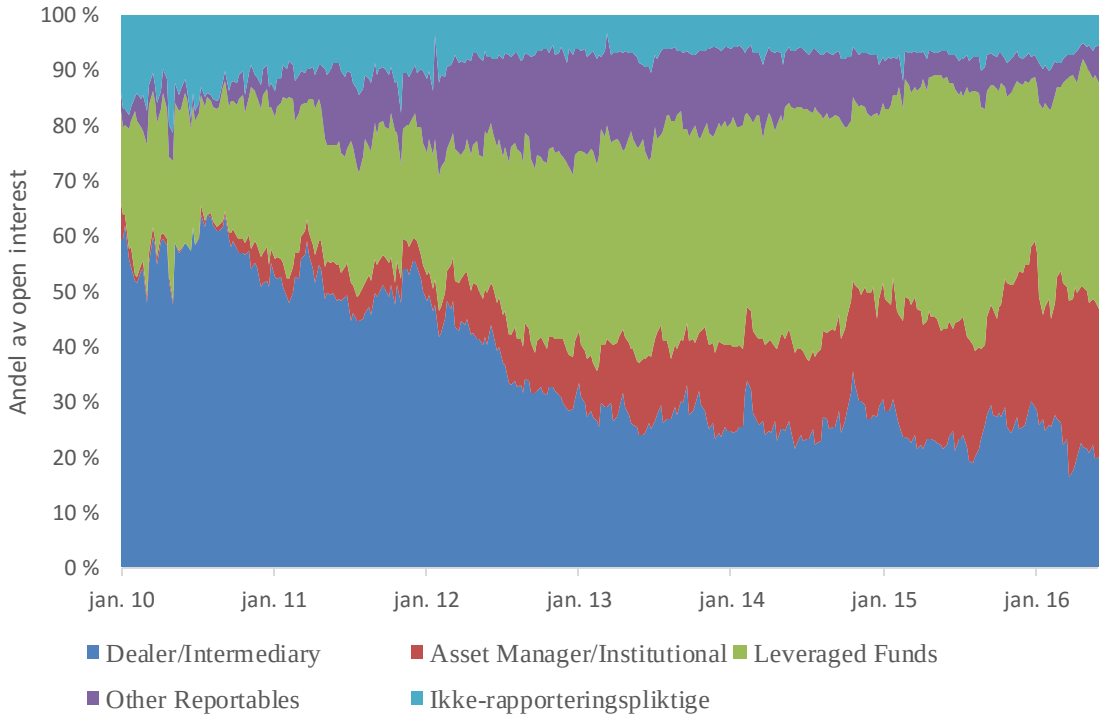
Figur 6: Nettoposisjoner i VIX-futures og utvikling i «open interest»



For samtlige kategorier varierer nettoposisjonene kraftig. «Leveraged Funds» har den største differansen i maksimum- og minimumsnivå med et intervall fra -182 227 (kort posisjon) til 63 753 (lang posisjon) kontrakter. Deretter følger henholdsvis «Dealer/Intermediary», «Asset Manager/Institutional» og «Other Reportables». «Leveraged Funds» har i gjennomsnitt den største korte nettoposisjonen i VIX-futures med 53 612 kontrakter. Aktører i kategorien «Dealer/Intermediary» og «Asset Manager/Institutional» har i gjennomsnitt en betydelig lang nettoposisjon (henholdsvis 18 991 og 38 18 kontrakter), og vil således være motstående part.

I tillegg til informasjon om nettoposisjoner inneholder datamaterialet fra CFTC også «spreading» posisjoner for alle kategoriene. Dette er summen av antall utlignende kontrakter for hver aktør, for eksempel kan en aktør ha en lang posisjon i en kontrakt med én måned til forfall og en kort posisjon i en kontrakt med to måneder til forfall. Ved å kombinere nettoposisjoner og «spreading» for hver av kategoriene kan andel av total «open interest» beregnes. Differansen mellom total «open interest» i markedet og summen av «open interest» for de fire kategoriene utgjør «open interest» for aktører med ikke-rapporteringspliktige posisjoner. I figur 7 presenteres utvikling av andel i «open interest» mellom januar 2010 og mai 2016 for de fire kategoriene behandlet tidligere, samt for ikke-rapporteringspliktige aktører.

Figur 7: Utvikling i andel av «open interest» i VIX-futures.



Av figur 7 ser vi for det første at andelen av «open interest» for «Dealer/Intermediary» er betydelig redusert i løpet av perioden, med et fall fra 60 % til 20 %. Hovedsakelig er det «Asset Manager/Institutional» og «Leveraged Funds» som har tatt over disse andelene med en utvikling fra henholdsvis 4 % til 27 % og fra 16 % til 41 %. Andel av «open interest» har blitt redusert fra 17 % til 6 % for aktører med ikke-rapporteringspliktige posisjoner, mens andelen har økt fra 3 % til 7 % for «Other Reportables». Utviklingen i «open interest» kan også sammenlignes med utviklingen i VIX. Andel av «open interest» for «Dealer/Intermediary»

kan se ut til å øke ved store økninger i VIX, mens det motsatte ser ut til å gjelde for «Asset Manager/Institutional» og «Leveraged Funds». Dette kan være et tegn på at aktører på kjøpssiden av markedet trekker seg ut av markedet ved store økninger i VIX.

Basert på rapportene fra CFTC er hovedtrekkende i markedet for VIX-futures for det første et skifte i andel av «open interest» fra salgssiden til kjøpssiden. Videre er det «Leveraged Funds» som i gjennomsnitt sitter med en kort nettoposisjon, balansert av lange nettoposisjoner for «Dealer/Intermediary» og «Asset Manager/Institutional». Datamaterialet fra CFTC har riktignok noen begrensninger. For det første utfører CFTC-ansatte personlige vurderinger i forbindelse med klassifisering av aktører og deres posisjoner. I tillegg vektlegges kun aktørenes virksomhetsområde, ikke deres handelsaktivitet (CFTC, 2010). I opsjonsmarkedet kan data fra CBOE viser til en overvekt av VIX-kjøpsopsjoner sammenlignet med VIX-salgsopsjoner.

5.2 Aktørenes motiver ved volatilitetsinvesteringer

I forbindelse med vår litteraturstudie fant vi ingen studier som fokuserer på de forskjellige motiver man kan ha for investering i volatilitet, og hvordan disse varierer mellom forskjellige typer aktører. Aktørenes motiver for investering i volatilitet er viktig for markedets eksistens, noe vi ønsker å undersøke. Vi har utført en spørreskjemaundersøkelse for å innhente informasjon om disse motivene, der respondentene består av forskjellige aktører i markedet.

5.2.1 Metode

Undersøkelsesopplegg

Ettersom aktørenes motiver ved volatilitetsinvesteringer er noe som ikke er omtalt tidligere ønsker vi å oppnå en økt forståelse av totalsituasjonen i markedet. I følge Holme og Solvang (1996) taler dette for bruk av kvalitative metoder og data, for eksempel dybdeintervju. De nevner riktignok at denne tilnærmingsmåten ofte kan være ressurskrevende, noe som også er tilfellet her. Det finnes i dag ingen volatilitetsinstrumenter notert på Oslo børs og få norske aktører har erfaring og kunnskap med slike investeringer. Vi har derfor måtte se til utlandet for deltakere til en undersøkelse, noe som har lagt begrensninger for valg av undersøkelsesopplegg. Av blant annet ressursmessige hensyn har vi valgt å kombinere kvalitative og kvantitative elementer i vår undersøkelse.

Vi har valgt å utføre datainnsamlingen gjennom et web-basert spørreskjema, noe som er en vanlig måte å samle inn kvantitative data på (Johannessen, et al., 2011). Bruk av spørreskjema gjør at vi kan samle inn data fra flere respondenter i løp av relativt kort tid. Samtidig vil kombinasjonen med kvalitative elementer gjøre undersøkelsen mer fleksibel. En kombinasjon av kvalitativ og kvantitativ metode kan ifølge Holme og Solvang (1996) være en fordel i mange tilfeller. Grønmo (1982, referert i Holme og Solvang, 1996) skiller mellom fire forskjellige strategier for en kombinasjon av de ulike metodiske tilnærmingsmåtene, hvor vi benytter oss av to av dem: parallell utnytting av kvalitative og kvantitative tilnærminger under både datainnsamling og analyse, og innsamling av kvalitative data som kvantifiseres under analysen.

Utvalg

En oversikt over alle aktører tilknyttet markedet for volatilitetsaktiva er ikke tilgjengelig. CFTC har blant annet informasjon om store aktører i VIX-futuresmarkedet, men dette verken komplett eller offentlig tilgjengelig. Noe informasjon er likevel allment tilgjengelig, en kan for eksempel finne informasjon om aktører med store posisjoner i ETP-er. Summen av alle undersøkelsesenhetene vi ønsker å si noe om utgjør undersøkelsens populasjon, noe som i vårt tilfelle er aktører i markedet for volatilitetsaktiva (Gripsrud, et al., 2010). Utfordringer ved «lokalisering» av enheter i populasjonen gjør utvalgsprosessen vanskelig å gjennomføre. Vi legger riktignok mer vekt på hensiktsmessighet enn representativitet i utvalgsprosessen, noe som gjør det lettere å takle disse utfordringene. Vekt på hensiktsmessighet er vanlig for en kvalitativ tilnærming, noe som er i samsvar med vårt (kvalitative) mål om å utvikle en forståelse av totalsituasjonen i markedet (Johannessen, et al., 2011).

I utvalgsprosessen kombinerer vi to forskjellige utvalgsstrategier: stratifisert utvalg og snøballmetoden. I et stratifisert utvalg rekrutteres respondenter fra kategorier basert på sentrale kjennetegn, mens snøballmetoden går ut på å rekruttere nye respondenter ved hjelp av eksisterende respondenter (Johannessen, et al., 2011). E-poster med lenke til spørreskjema sendes ut til selskaper i en rekke kategorier: «asset manager», «hedge fund», «proprietary trading firm» («prop trading»-firm) og «commodity trading advisor» (CTA). Selskaper som inkluderes i disse kategoriene er basert på en personlig vurdering av hvor sannsynlig det er at selskapet er involvert i markedet for volatilitetsaktiva. Videre benyttes Bloomberg til å finne selskapene med de største posisjonene i den mest omsatte VIX ETP-en, VXX. Blant disse finner vi flere av selskapene inkludert i de tidligere kategoriene, de resterende selskapene

inkluderes i utvalget. Bloomberg benyttes også til å gjøre et nøkkelordsøk etter personer med ordet «volatility» eller «alternative» i deres jobbtittel. Igjen utfører vi en personlig vurdering før disse inkluderes i utvalget. Til slutt inkluderes også utvalgte personer ansatt ved børser hvor volatilitetsaktiva er notert.

Lenken til spørreundersøkelsen som inkluderes i e-poster til selskaper eller personer i utvalget kan benyttes flere ganger slik at respondentene kan rekruttere nye respondenter. Dette fører til at vi ikke kan fastslå størrelsen på bruttoutvalget, det vil si alle respondenter som er valgt ut til å delta (Johannessen, et al., 2011). Utfordringer i forhold til e-postadresser som ikke lenger er gyldige samt omfattende spamfiltre gjør det også vanskelig å vite hvor mange respondenter som faktisk har mottatt spørreundersøkelsen. Disse utfordringene kombinert med en forventning om lav svarprosent er årsaken til at vi bruker forskjellige kilder for potensielle respondenter, beskrevet over. Totalt 16 respondenter fullførte spørreundersøkelsen. Det er riktignok mulig for alle å fullføre undersøkelsen og den inneholder derfor direkte spørsmål rettet mot respondentens kunnskap og erfaring med volatilitetsaktiva. Dersom respondenten indikerer lite eller ingen kunnskap, samt ingen erfaring med volatilitetsinstrumenter, vil respondenten fjernes fra utvalget. Dette var tilfellet for to respondenter og 14 respondenter vil således utgjøre nettoutvalget. Et relativt lite nettoutvalg og bruk av ikke-sannsynlighetsutvalg gir oss ikke statistisk grunnlag til å uttale oss om populasjonen (Gripsrud, et al., 2010), men dette er heller ikke hensikten med undersøkelsen.

Spørreskjema

Vårt spørreskjema (appendiks E) kan betegnes som semistrukturert ettersom det inneholder en kombinasjon av åpne og prekodede svar (Johannessen, et al., 2011). Dette gir oss en blanding av kvantitativ (tall) og kvalitativ (tekst) data. Spørreskjema er på engelsk ettersom vi har et internasjonalt utvalg. I følge Johannessen, et al. (2011) kan spørsmål deles opp i tre kategorier: faktaspørsmål, adferdsspørsmål (hva folk gjør) og holdningsspørsmål (hva folk mener). Vi benytter faktaspørsmål for å kartlegge kjennetegn ved respondenten. Adferdsspørsmål og holdningsspørsmål benyttes for å kartlegge henholdsvis respondentens egne motiver for volatilitetsinvesteringer og motiver for aktører generelt. I følge Johannessen, et al. (2011) er det vanlig å benytte åpne spørsmål når det man skal undersøke er et lite kjent fenomen og svarkategorier er vanskelig å lage. Alle spørsmål rettet direkte mot aktørers motiver for volatilitetsinvesteringer er derfor enten åpne eller inneholder mulighet for utdyping via tekstbokser.

Respondentene i undersøkelsen er profesjonelle aktører og de bør være kjent med hva som menes med volatilitetsinstrumenter og volatilitetsinvesteringer. Vi definerer likevel de mest vanlige formene for volatilitetsinvesteringer før respondentene blir stilt spørsmål om disse. Operasjonalisering av begrepet motiv (det engelske ordet «motive» benyttes i spørreundersøkelsen) er sentralt for vår undersøkelse. Dette begrepet kan riktignok måles uten videre operasjonalisering og utgjør således en variabel som varierer med forskjellige verdier eller kategorier (Johannessen, et al., 2011). Praksis i tidligere litteratur anvendes ved utarbeidelse av kategoriene. Vi inkluderer likevel mulighet for åpne svar via tekstbokser for å fange opp mest mulig informasjon.

Validitet og reliabilitet

Datas pålitelighet betegnes ofte som reliabilitet. Reliabilitet handler om hvorvidt en undersøkelse vil gi det samme resultatet dersom den gjennomføres flere ganger (Gripsrud, et al., 2010). I følge Holme og Solvang (1996) kan testing av reliabilitet i hovedsak utføres ved sammenlikning av uavhengige undersøkelser av samme fenomen. Grunnet begrensede ressurser og det faktum at det ikke finnes andre undersøkelser er vi nødt til å benytte en alternativ tilnærming. Vi tar hensyn til datas reliabilitet under undersøkelsen ved å fokusere på fire aspekter knyttet til reliabilitet, presentert av Johannessen, et al. (2011): nøyaktigheten av undersøkelsens data, hvilke data som brukes, den måten de samles inn på, og hvordan de bearbeides. For eksempel kontrolleres respondentenes jobbstilling, arbeidsgiver, kunnskapsnivå og erfaring før respondentene eventuelt inkluderes i nettoutvalget. Som nevnt medførte dette utelatelsen av to respondenter.

Validitet brukes om hvorvidt data representerer fenomenet en ønsker å undersøke (Johannessen, et al., 2011). I følge Holme og Solvang (1996) gir sammenfall mellom teoretiske og operasjonaliserte variabler god begrepsvaliditet. «Motiv» er verken et komplekst eller diffust begrep og som nevnt utføres ingen videre operasjonalisering. Dette bidrar til god begrepsvaliditet. Andre former for validitet er ikke like relevant ettersom vi ikke har en intensjon om å generalisere våre resultater og overføre disse til hele populasjonene.

Dataanalyse

Åpne spørsmål og tekstbokser for utdyping gir som nevnt kvalitativ data. Med spørreskjema som undersøkelsesopplegg er våre kvalitative data allerede til en viss grad organisert og strukturert. Dette gjør analysen mindre ressurskrevende enn dersom vi for eksempel hadde utført intervjuer. Borum og Enderud (1979, referert i Holme og Solvang, 1996) skiller mellom

to hovedformer for tekstanalyse, av disse anvender vi en delanalyse. Utgangspunktet for en delanalyse er forskjellige utsagn om en rekke fenomen, hvor alle disse kan knyttes til et felles fenomen i fokus for undersøkelsen. I vårt tilfellet vil fenomenet i fokus for undersøkelsen være motiver for å investere i volatilitet, mens de forskjellige utsagnene hentes fra variablene (spørsmålene) vi benytter for å kartlegge motivene for å investere i volatilitet. Enkeltutsagnene gir til sammen et grunnlag for forståelse av fenomenet vi undersøker (Holme & Solvang, 1996).

For analyse av kvantitativ data benytter vi hovedsakelig univariat og bivariat analyse. Univariat analyse er analyse av enkeltvariabler, mens bivariat analyse er analyse av sammenhengen mellom to variabler (Johannessen, et al., 2011). I følge Johannessen, et al. (2011) vil hvilke univariate og bivariate analyser som benyttes avhenge av variablenes målenivå. I vårt spørreskjema er samtlige variabler nominalvariabler (kan ikke rangeres), unntatt én. Unntaket er en ordinalvariabel (kan rangeres) som måler respondentenes kunnskapsnivå relatert til forskjellige volatilitetsaktiva. Denne benyttes som nevnt til å regulere utvalget. På grunnlag av variablenes målenivå benyttes kun frekvensfordelinger i analysen (Johannessen, et al., 2011).

5.2.2 Resultater og analyse

I forbindelse med presentasjonen av resultatene av spørreundersøkelsen benyttes ulik grad av informasjon om de forskjellige respondentene. Hvilken informasjonen som benyttes avhenger av samtykke uttrykt av respondentene selv. I tillegg varierer grad av utdypning i respondentenes svar betraktelig, og all informasjon som presenteres er vår tolkning av respondentenes meninger.

Respondentene

Et av spørsmålene i spørreundersøkelsen ber respondentene plassere sin arbeidsgiver/selskap blant kategoriene anvendt i TFF-rapporten til CTFC. Dette gir samsvar med kategoriene benyttet i første delkapittel. Tabell 2 presenterer klassifiseringen av respondentene. Én av respondentene er blitt flyttet fra kategorien «Annet» til «Leveraged Funds» ettersom aktøren som respondenten er tilknyttet tilhører sistnevnte kategori, ifølge aktøren selv.

Tabell 2: Klassifisering av respondentenes arbeidsgiver/selskap

Svar	Frekvens	Prosent

Dealer/Intermediary	3	21 %
Asset Manager/Institutional	5	36 %
Leveraged Funds	2	14 %
Annet	4	29 %
Antall respondenter	14	100 %

Blant respondentene i kategorien «Annet» finner vi en person ansatt i en børs hvor blant annet volatilitetsderivater er notert, en volatilitetstrader ansatt i et «prop trading»-selskap, en administrerende direktør i et mindre kapitalforvaltningsselskap (ikke institusjonelle kunder), og en privat investor.

Samtlige av respondentene i kategoriene «Asset Manager/Institutional» og «Leveraged Funds» driver en form for kapitalforvaltning. Det er likevel en klar forskjell når det kommer til investeringshorisont og hvilke aktiva de typisk investerer i. Begge respondentene i kategorien «Leveraged Funds» benytter hovedsakelig noterte og unoterte aksjederivater («equity derivatives») i sine porteføljer. Av disse oppgir Daniel Benchimol («senior porfolio manager») en investeringshorisont mellom én måned og to år, mens den andre respondenten oppgir en investeringshorisont på mindre enn ett år. Når det gjelder respondentene i kategorien «Asset Manager/Institutional» har alle disse en lengre investeringshorisont enn to år, samtidig som porteføljene består av flere aktivaklasser.

Også to av respondentene i kategorien «Annet» driver kapitalforvaltning: Bill Luby, administrerende direktør i «Luby Asset Management LLC»; og Vance Harwood, som investerer gjennom et privateid selskap. Førstnevnte har en investeringshorisont fra én til fire måneder, mens sistnevnte har en investeringshorisont fra ett til tre år. Begge respondentene benytter hovedsakelig ETP-er og opsjoner. Bruk av ETP-er og opsjoner stiller mindre krav til størrelsen på investoren sammenlignet med for eksempel futures og unoterte produkter som varians-swapper.

Hvilke volatilitetsinstrumenter benyttes, og hvorfor?

Uttalelser rundt respondentenes egne volatilitetsinvesteringer

Det er totalt 10 av respondentene som driver en form for kapitalforvaltning. Disse 10 består av respondentene nevnt over, i tillegg til en «managing partner» tilknyttet en aktør i kategorien «Dealer/Intermediary». Det er riktignok fire av disse respondentene som i sin nåværende portefølje ikke benytter seg av volatilitetsinstrumenter. Disse respondentene tilhører alle kategorien «Asset Manager/Institutional». For de resterende seks respondentene presenterer

tabell 3 hvilke volatilitetsinstrumenter disse har i sine porteføljer den dagen de fyller ut spørreskjema. I forkant av spørsmålet presenteres respondentene med en definisjon av svaralternativene. ETP-er med volatilitetsfutures som underliggende inkluderes i alternativet «volatilitetsfutures», mens opsjoner på disse ETP-ene inkluderes i alternativet «volatilitetsopsjoner».

Tabell 3: Volatilitetsinstrumenter i respondentenes porteføljer

Svar	Frekvens	Prosent
Volatilitetsfutures	6	100 %
Volatilitetsopsjoner	6	100 %
Varians-swapper	3	50 %
Andre	1	17 %

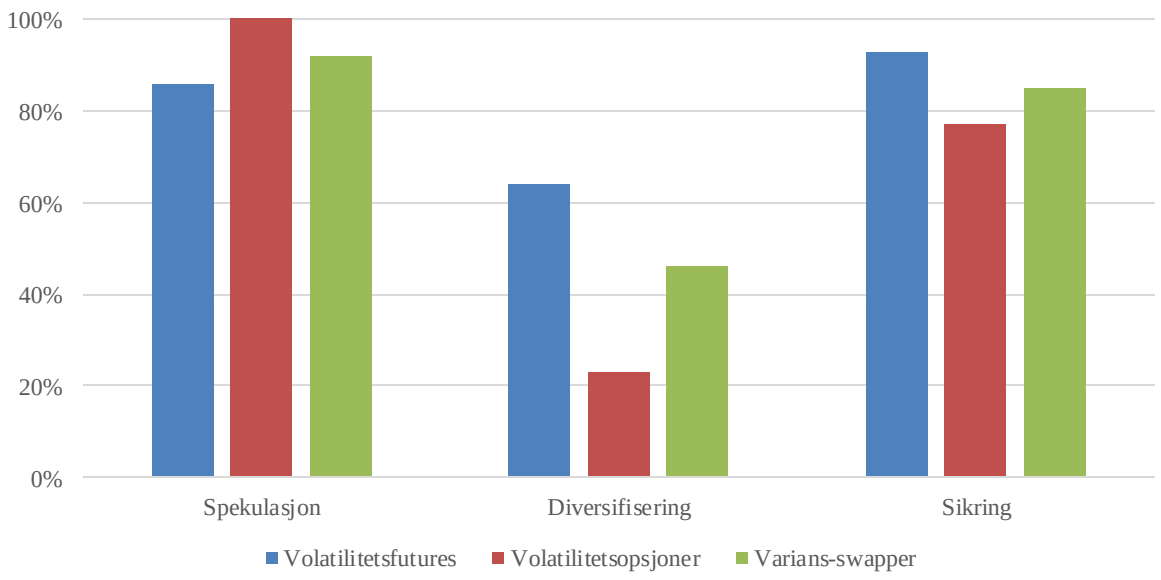
Som en ser av tabellen benytter samtlige respondenter både volatilitetsopsjoner og volatilitetsfutures, mens kun halvparten benytter varians-swapper. I tillegg til respondenten i kategorien «Dealer/Intermediary» er det respondentene i kategorien «Annet» (som representerer mindre aktører) som ikke benytter seg av varians-swapper. Det er Daniel Benchimol i kategorien «Levaraged Funds» som nevner eksotiske opsjoner under svaralternativet «Andre».

De samme seks respondentene forklarer videre deres hovedmotiv for inkludering av volatilitetsinstrumenter i deres porteføljer. Her er det mye av de samme motivene som går igjen for de forskjellige respondentene. Unntaket er respondenten i kategorien «Dealer/Intermediary» som forsøker å tjene på differansen mellom kjøps- og salgspris i markedet. Respondenten nevner riktignok at de kan ta større posisjoner dersom deres syn på relative verdier mellom forskjellige instrumenter avviker fra markedets. Det sistnevnte samsvarer med motivet til en av respondentene i kategorien «Leveraged Funds». Denne respondenten forklarer at han utnytter pris-ineffektivitet på tvers av forskjellige volatilitetsinstrumenter ved å utvikle både relativ verdi-strategier samt retningsbestemte strategier (netto lang eller kort). Slike strategier kan være en måte å generere alfa på, noe to andre respondenter nevner som motiver for volatilitetsinvesteringer. Sikring av nedsiderisiko nevnes av halvparten av de seks respondentene. I tillegg nevnes diversifisering og inntektsgenerering (kort posisjon) av én respondent hver.

Uttalelser rundt bruk av volatilitetsinvesteringer generelt

For de forskjellige volatilitetsinstrumentene nevnt over, spørres respondentene om hva som er hovedmotivene for å benytte seg av hver av disse. Dette er motiver for markedsaktører generelt, ikke nødvendigvis kun respondentens motiver. Resultatene presenteres i figur 8. Et nivå på 100 % indikerer at alle respondentene har nevnt gitt motiv i forbindelse med gitt volatilitetsderivat. Prosent benyttes ettersom et ulikt antall respondenter har besvart spørsmålene om volatilitetsfutures, volatilitetsopsjoner og varians-swapper (henholdsvis 14, 13, og 13 respondenter). Kategoriene spekulasjon, diversifisering og sikring benyttes på grunnlag av tidligere litteratur. Vi har riktignok lagt merke til at skillet mellom disse ikke er helt entydig i den tidligere litteraturen, og vi kan derfor ikke utelukke at respondentenes oppfatning av begrepene varierer.

Figur 8: Motiv(er) for investering i forskjellige volatilitetsderivater



Spekulasjon nevnes som motiv av de fleste respondentene, for alle volatilitetsderivatene. Igjen er det relativ verdi og retningsbestemte strategier som nevnes av respondentene som eksempler. Dette gjelder for alle volatilitetsderivatene. En slik strategi kan gjelde for ett instrument, på tvers av flere instrumenter, eller på tvers av forskjellige markeder. En av respondentene i kategorien «Levaraged Funds» gir et eksempel på en relativ verdi-strategi på tvers av instrumenter for markedet i USA. Han forklarer at det her ofte oppstår en overskuddsetterspørsel (høy pris) for VIX-kjøpsopsjoner og et overskuddstilbud (lav pris) for varians-swapper. En relativ verdi-strategi kan da bestå av en kort posisjon i VIX-kjøpsopsjoner og en lang posisjon i en varians-swap, dersom investoren forventer at forskjellen mellom

verdien av disse instrumentene skal reduseres. Et tilsvarende forhold trenger riktignok ikke å være tilfelle i andre land hvor tilsvarende instrumenter er tilgjengelig. Respondenten forklarer videre at forholdene innad i et land gjerne skifter avhengig av utviklingen i markedet generelt. Dersom et marked opplever store svingninger, kan høy etterspørsel etter en lang eksponering mot volatilitet forekomme ettersom investorer ønsker å sikre sine porteføljer. På samme måte kan det i et «roligere» marked, med en flat utvikling, forekomme tilbudsoverskudd ettersom aktørene ønsker å generere inntekter gjennom risikopremien forbundet med volatilitet. En strategi på tvers av markeder kan da være å ta en kort posisjon i et marked som opplever betydelige svingninger og hvor prisen på volatilitet er relativt høy, og en lang posisjon i et marked med en flatere utvikling hvor prisen på volatilitet er relativt lav. Dersom den relative prisforskjellen reduseres vil investoren tjene penger.

Også sikring nevnes av de fleste respondentene som motiv i forbindelse med bruk av alle de forskjellige volatilitetsderivatene. Herunder nevnes sikring av nedsiderisiko i en aksjeportefølje som et konkret eksempel. Respondenten ansatt ved en børs hevder riktignok at sikring som motiv kun er tilfellet for et fåtall aktører, og at spekulasjon (gjennom strategier beskrevet ovenfor) er motivet for størsteparten av aktørene i markedet. Samme respondent nevner også at diversifisering kun i få tilfeller er aktørers motiv ved investering i volatilitet, og i tilfellet kun i forbindelse med volatilitetsfutures.

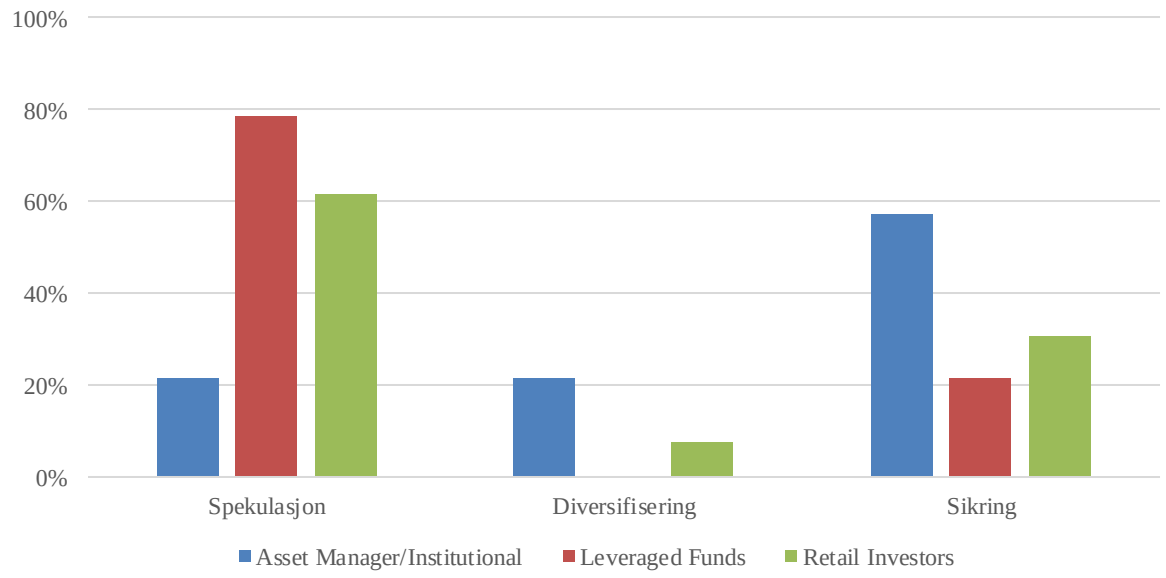
Antall respondenter som ser på diversifisering som motiv varierer i større grad avhengig av hvilket derivat en fokuserer på, sammenlignet med motivene «spekulasjon» og «sikring». Spesielt for opsjoner er det svært få av respondentene som mener diversifisering er et motiv for aktørene i markedet. For samtlige derivater er riktignok antallet respondenter (som mener diversifisering er et motiv for investering i volatilitet) lavere enn for de to andre motivene. En respondent i kategorien «Leveraged Funds» nevner at diversifisering kan være et motiv for investering i volatilitetsfutures for aktører som ikke hovedsakelig er fokusert på handel i volatilitet. En annen respondent i samme kategori mener en kort posisjon i volatilitet kan betegnes som enten en form for diversifisering eller spekulasjon.

Respondenten som benytter eksotiske opsjoner for investering i volatilitet forklarer at spekulasjon og sikring er hovedmotivene for disse investeringene. I tillegg til spekulasjon, diversifisering og sikring hadde respondentene mulighet til å legge til ytterligere motiver for alle volatilitetsderivatene. Flere av respondentene benyttet seg av denne muligheten, men kom bare med mer konkrete eksempler innenfor motiver de allerede hadde valgt. Eksempler i

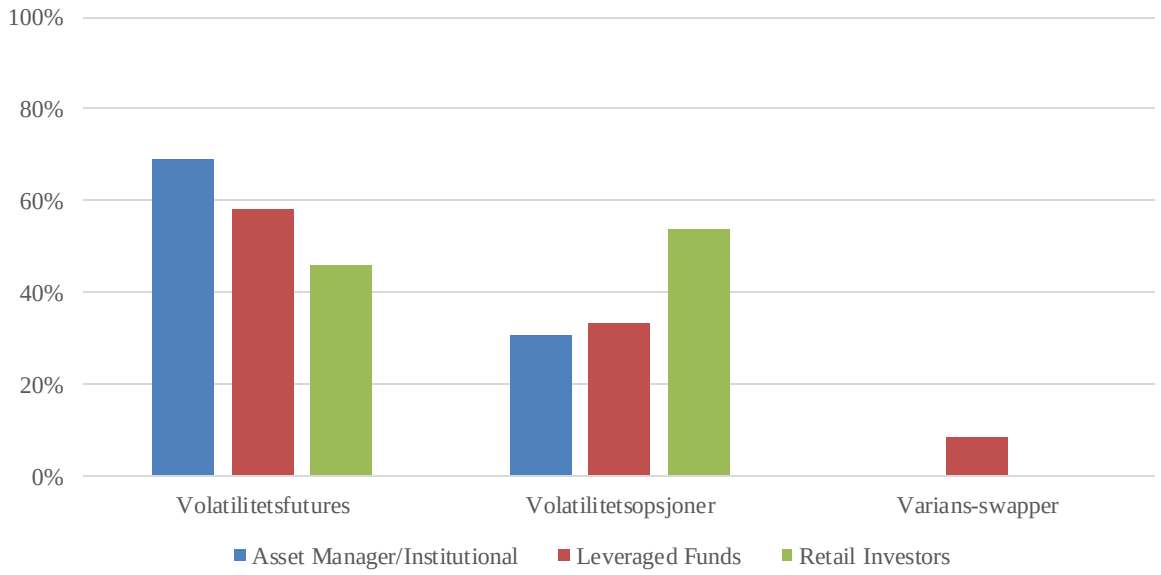
avsnittene over dekker de fleste av disse. Unntaket er å ta korte posisjoner i volatilitetsfutures, volatilitetsopsjoner eller varians-swapper for å høste risikopremien forbundet med volatilitet. Tre respondenter nevner disse eksemplene, hvor en av dem kategoriserer en slik posisjon som enten spekulasjon eller diversifisering.

I spørsmålene som ligger til grunn for figur 8 har respondentene mulighet til å velge flere motiver per volatilitetsderivat. I tillegg blir respondentene bedt om å svare med utgangspunkt i motivene til markedsaktører generelt. Selv om dette er nyttig informasjon ønsker vi også å knytte forskjellige motiver og volatilitetsderivater til forskjellige typer aktører. Figur 9 og 10 illustrerer respondentenes oppfatning av hva som er henholdsvis hovedmotivet og mest brukte instrument, for hver aktør. Aktørene er «Asset Manager/Institutional», «Levaraged Funds» og «Retail Investors». Igjen benyttes prosent i figurene ettersom noen respondenter ikke har besvart alle spørsmålene som legges til grunn. For samtlige variabler er antall respondenter minimum 12.

Figur 9: Hovedmotiv for investering i volatilitet



Figur 10: Mest brukte instrument for investering i volatilitet



I følge respondentene er det klare hovedmotiv for de forskjellige aktørene ettersom alternativet med høyest frekvens, for alle aktørene, har minst dobbel så høy frekvens som motivet med nest høyest frekvens. Hovedmotivet for kategoriene «Leveraged Funds» og «Retail Investors» er spekulasjon, mens det for «Asset Manager/Institutional» er sikring. Når det gjelder mest brukte instrument er respondentene hovedsakelig delt mellom volatilitetsfutures og volatilitetsopsjoner, for alle kategorier av aktører. Kun én respondent mente varians-swapper var det mest brukte instrumentet blant aktører i kategorien «Leveraged Funds». Det skal nevnes at denne respondenten ikke tilhører denne kategorien selv, men kategorien «Asset Manager/Institutional».

Egenskaper ved volatilitetsinvesteringer

Fire av respondentene mener volatilitetsinstrumenter er mest egnet for sofistikerte/profesjonelle investorer. Ytterligere fire respondenter har nokså sammenfallende meninger med de førstnevnte, da disse mener at volatilitetsinstrumenter er mest egnet for institusjonelle investorer. De resterende respondentene har i mindre grad sammenfallende uttalelser på dette. To av disse er faktisk nokså motsigende. Én respondent mener volatilitetsinstrumenter er mest egnet for langsiktige investorer med en toleranse for risiko, mens en annen trekker frem kortsiktige investorer. En annen respondent mener at volatilitetsinstrumenter er mest egnet for «dealers», da disse har en naturlig eksponering mot volatilitet som de for eksempel kan ha et ønske om å sikre. Blant de siste to respondentene

hadde en av dem ingen relevant uttalelse for dette spørsmålet, den andre svarer nokså generelt ved å trekke frem aktører som ønsker å sikre sine posisjoner.

Respondentene stilles også et spørsmål om hva de synes er den mest tiltalende egenskapen for volatilitet som aktivaklasse. Her nevnes korrelasjonen til andre aktivaklasser av fem av respondentene. En av disse fem trekker i tillegg frem mulighet for arbitrasje, men uten nærmere presisering. En annen respondent har også et todelt svar, han mener de mest tiltalende egenskapene er muligheten til å profittere på forskjeller mellom implisitt og realisert volatilitet, samt muligheten for sikring uten at utbetalingen avhenger direkte av prisnivået på den underliggende aksjeindeksen. Vance Harwood sier seg enig i det sistnevnte, og legger til at samme egenskap ikke er tilfellet ved salg av indeksopsjoner. Sikringsegenskapene til volatilitetsinstrumenter nevnes også av enda en respondent, som i tillegg nevner muligheten til å høste risikopremien forbundet med volatilitet. Av de resterende fire respondentene har to av disse nokså sammenfallende svar som går på hastigheten av prisendringene for volatilitetsinstrumenter. Den ene av disse, Bill Luby, trekker også frem helningen på terminkurven for futures samt likviditeten i markedet. De siste to respondentene har nokså forskjellige meninger om hva som er den mest tiltalende egenskapen for volatilitet som aktivaklasse. En av disse mener store differanser mellom kjøps- og salgspriser er den mest tiltalende egenskapen. Denne respondenten tilhører naturlig nok kategorien «Dealer/Intermediary». Den siste respondenten mener, etter vår tolkning, at den mest tiltalende egenskapen er muligheten til å profittere på differanser i implisitt volatilitet, for opsjoner med forskjellig løpetid, men som ellers er nokså like.

I tillegg til den mest tiltalende egenskapen ved volatilitet som aktivaklasse, ble også respondentene spurt om hva de betrakter som den minst tiltalende egenskapen. Fire av respondentene trekker frem kostnader forbundet med lange posisjoner i volatilitetsfutures grunnet helningen på terminkurven. Tre andre respondenter mener instrumentenes kompleksitet er den minst tiltalende egenskapen. Videre er det én respondent som trekker frem størrelsen på markedet sammenlignet med andre aktivaklasser, mens en annen respondent mener det er likviditeten i markedet som er den minst tiltalende egenskapen. Merk at respondenten som nevner likviditet som den minst tiltalende egenskapen tilhører kategorien «Dealer/Intermediary», mens respondenten som nevner likviditet som en av de mest tiltalende egenskapene driver et mindre kapitalforvaltningsselskap. De resterende fire respondentene oppgir følgende egenskaper som minst tiltalende: arbitrær fastsettelse av verdier, høye gebyrer/kostnader, høy risiko, og avhengighet av andre aktiva. Respondenten som nevner det

sistnevnte forklarer at det er vanskelig å regne volatilitet som en egen aktivaklasse ettersom den ikke eksisterer uten et underliggende marked. I dette tilfellet vil det underliggende markedet være aksjemarkedet.

Respondentene har også hatt muligheten til å komme med avsluttende kommentarer for å supplere tidligere spørsmål. Fire av respondentene kommer her med ytterligere synspunkter vi anser som relevante. For det første er det ytterligere én respondent som tar opp hvorvidt volatilitet kan kalles en aktivaklasse eller ikke. Han påpeker at kortsiktig volatilitet (som VIX) oppfører seg veldig annerledes enn middels og langsiktig volatilitet, og at å diskutere volatilitet generelt blir vanskelig. Respondenten tilknyttet en børs påpeker at volatilitet i større grad bør undersøkes som et alternativt sikringsverktøy til indeksopsjoner, som han oppfatter som dyre. Han nevner videre at volatilitetsinstrumenter per i dag hovedsakelig er benyttet i forbindelse med spekulative relativ verdi-strategier. Vance Harwood presiserer at volatilitet er en av få aktivaklasser med en pålitelig, negativ korrelasjon til det generelle markedet. Han mener obligasjoner har besittet denne egenskapene de siste 30 årene, men at dagens lave rentenivå gjør at de ikke lenger kan betraktes som en effektiv sikring. Til slutt er det en respondent i kategorien «Leveraged Funds» som trekker frem at et dynamisk marked for volatilitetsinstrumenter med stadig nye produkter (noterte og unoterte) er et nyttig verktøy for tilpasning av aktørers strategier.

5.3 Drøfting

Vi skal i dette delkapittelet drøfte sammenhenger mellom resultatene presentert i de to foregående delkapitlene, og knytte dette opp mot vårt andre forskningsspørsmål. Relevant teori trekkes også inn. Det er riktignok viktig å påpeke visse begrensninger i datagrunnlaget og hvilke konsekvenser dette medfører. Data fra CFTC benyttet til å kartlegge aktørene i markedet gjelder kun for store aktører i VIX-futuresmarkedet. Dette medfører at forholdet mellom aktørene i markedene for andre volatilitetsderivater forblir ukjent. I tillegg er vår spørreundersøkelse kun besvart av 14 respondenter. Selv om vi har respondenter fra aktører i forskjellige kategorier kan utvalget ikke regnes som representativt for populasjonen. Følgelig kan våre resultater ikke generaliseres, men de kan fortsatt gi en verdifull innsikt i markedet for volatilitetsinstrumenter.

Flere faktorer tyder på økt oppslutning rundt markedet for noterte volatilitetsinstrumenter. For det første har «open interest» i VIX-futures og VIX-opsjoner økt betraktelig de siste årene. I

kapittel 5.1 kan vi se at «open interest» i VIX-futuresmarkedet i mindre grad enn før består av posisjoner fra aktører i kategorien «Dealer/Intermediary». Dette tyder på at aktørene på kjøpssiden av markedet i større grad enn før kan tilby likviditet ovenfor hverandre.

Flere av respondentene i spørreundersøkelsen indikerte at aktører selger volatilitetsinstrumenter for å høste risikopremien forbundet med volatilitet. En av disse nevner at varians-swapper ofte benyttes til dette og at det derfor forekommer tilbudsoverskudd for varians-swapper i USA. En interessant tanke er hvorvidt dagens lave rentenivå kan ha noe med denne adferden å gjøre, og om dette kan ha bidratt til veksten i markedet for noterte volatilitetsderivater. En kan for eksempel se for seg at forvaltere med faste forpliktelser eller avkastningskrav kan ty til slike investeringer dersom avkastning på andre aktiva ikke er høy nok. I følge Vance Harwood er rentenivået også årsak til at obligasjoner har mistet deler av sine sikringsegenskaper ovenfor det generelle markedet. Dersom dette skulle være tilfellet, og investorer går over til å benytte volatilitetsinstrumenter, vil dette bidra til økt etterspørsel etter lange posisjoner i volatilitet.

Handel i noterte og unoterte volatilitetsderivater stiller krav til størrelsen på investoren, noe som kan gjøre disse uegnet for mindre private investorer («retail investors»). For eksempel er kontraktsmultiplikatoren for VIX-futures på 1 000 USD. Det kan derfor være vanskelig å oppnå ønsket grad av eksponering i en mindre porteføljе. Lanseringen av ETP-er med volatilitetsfutures som underliggende muliggjør en eksponering mot volatilitet for mindre private investorer. Vi ser i figur 10 at respondentene anser volatilitetsfutures og volatilitetsopsjoner som de mest brukte instrumentene for investering i volatilitet, for private investorer. Kjøper av en opsjon begrenser tapet til investoren til prisen på opsjonen. Det vil derfor ikke være krav til margin/sikkerhet. Dette kan føre til at flere private investorer har mulighet til å benytte volatilitetsopsjoner for å sikre seg mot økning i volatilitet.

Som nevnt tidligere består «open interest» i VIX-opsjoner i stor grad av VIX-kjøpsopsjoner. I tillegg beskrives implisitt volatilitet til VIX-opsjoner som ofte stigende med utøvelsespris, i kapittel 3.3. At «out-of-the-money» VIX-kjøpsopsjoner er relativt høyt priset kan tyde på at mange benytter disse som beskyttelse ovenfor eventuelle markedsfall. Den negative korrelasjonen til aksjemarkedet gjør opsjonene egnet til nettopp dette. Det kan virke som om respondentene i spørreundersøkelsen deler denne oppfatningen ettersom et klart flertall nevner sikring som et av hovedmotivene for investering i volatilitetsopsjoner (se figur 8). I tillegg nevner fem av de 14 respondentene at korrelasjonen til andre aktivaklasser er den mest

tiltalende egenskapen ved volatilitet som aktivaklasse. At «out-of-the-money» VIX-kjøpsopsjonene er relativt høyt priset stemmer overens med beskrivelsen av volatilitetens risikopremie i kapittel 2.3. Ettersom eier av instrumentet oppnår en forsikring mot store tap i aksjemarkedet, krever selger en premie utover forventet utbetaling for å ta på seg risikoen.

«Out-of-the-money» SPX-salgsopsjoner vil også kunne beskytte mot et eventuelt markedsfall, og de har vanligvis høyere implisitt volatilitet sammenlignet med SPX-opsjoner med høyere utøvelsespris. Som nevnt i kapittel 2.2 antyder Rubinstein (1994) at markedsfallet i 1987 endret hvordan investorer oppfattet indeksopsjoner. Et interessant spørsmål kan være om finanskrisen i 2008 kan ha hatt samme effekt for VIX-kjøpsopsjoner.

Som nevnt i delkapittel én, viser tall fra CFTC at kategorien «Leveraged Funds» i gjennomsnitt har en betydelig kort nettoposisjon i VIX-futures. Videre illustrerer figur 9 at et klart flertall (79 %) av respondentene i spørreundersøkelsen mener at hovedmotivet for investering i volatilitet for «Leveraged Funds» er spekulasjon. Basert på resultater og analyse av spørreundersøkelsen ser det ut til at spekulasjon hovedsakelig foregår gjennom relativ verdi-strategier. Blant annet nevner en av respondentene i kategorien «Leveraged Funds» dette som hovedmotiv for inkludering av volatilitetsinstrumenter i sin nåværende portefølje. Kombinasjonen av en kort nettoposisjon i VIX-futures og spekulasjon via relativ verdi-strategier som hovedmotiv, kan indikere at aktørene i «Leveraged Funds» kategorien ofte vurderer VIX-futures som relativt overpriset. Dette kan for eksempel være i forhold til andre instrumenter basert på samme underliggende aksjevolatilitet, eller det kan være i forhold til instrumenter knyttet til andre markeder.

Dersom vi fortsetter med utgangspunkt i data fra CFTC ser vi i figur 6 at den korte nettoposisjonen for «Leveraged Funds» hovedsakelig balanseres av positive nettoposisjoner for kategoriene «Asset Manager/Institutional» og «Dealer/Intermediary». Videre kan vi igjen se til figur 9, som for «Asset Manager/Institutional» indikerer at hovedmotiv for investering i volatilitet er sikring. Dersom en lang posisjon i aksjer inngår i porteføljen til en aktør i kategorien «Asset Manager/Institutional» kan dette virke som en logisk sammenheng, der en lang posisjon i aksjer (eventuelt også andre aktiva) sikres med volatilitetsinstrumenter grunnet negativ korrelasjon. Den negative korrelasjonen vil naturligvis være gjeldende mellom korte posisjoner i aksjer og volatilitet også, men aktører i kategorien «Asset Manager/Institutional» (som for eksempel pensjonsfond) kan være ilagt begrensninger i forhold til muligheten til å ta korte posisjoner.

Hovedtrekkene i vår undersøkelse er at det eksisterer forskjellige motiver for investering i samtlige av de utvalgte volatilitetsderivatene. Videre har vi diskutert motiver for både lange og korte posisjoner i volatilitet. Til sammen utgjør dette et marked for overføring av risiko, der aktører med en lang posisjon betaler en premie til aktører med en kort posisjon. I tillegg finnes det spekulanter i markedet hvor blant annet relativ verdi og retningsbestemte strategier benyttes. Bill Luby mener at hastigheten på prisendringene er den beste egenskapen ved volatilitetsinstrumenter. For en spekulant kan dette tenktes å være en ønsket egenskap i et marked.

6. Porteføljeoptimalisering i et dynamisk, betinget rammeverk

I vår litteraturstudie presenterte vi en rekke artikler som forsøkte å inkludere volatilitetsderivater i porteføljesammenheng. Mange av disse baserte seg på statiske optimaliseringsmodeller som Markowitz, og Black-Litterman, eller mer eller mindre arbitrære dynamiske strategier. Vi vil tilføre denne litteraturen ved å undersøke effekten av å inkludere VIX-futures i en aksjeportefølje ved bruk av en dynamisk, betinget optimaliseringsmodell. Ved å utnytte økonomiske makrovariabler til å predikere fremtidige avkastningsmomenter, håper vi å bedre forståelsen av hvordan volatilitetsderivater passer inn i en investreringsportefølje.

6.1 Modellen

Metoden i denne undersøkelsen baserer seg i stor grad på Brandt og Santa-Clara (2006), hvor et dynamisk multiperiodisk porteføljeproblem løses i et statisk Markowitz-rammeverk. Ved bruk av mekanisk forvaltede porteføljer i et statisk rammeverk vil den optimale porteføljen tilsvare en dynamisk strategi. En «betinget portefølje», hvor andelen som investeres i hvert basisaktivum er proporsjonal med en betinget variabel, tar hensyn til eventuell sammenheng mellom aktivumets forventede avkastningsfordeling og spesifikke økonomiske variabler. I en multiperiode-setting utvides investeringsuniverset til å inkludere «timing-porteføljer». Disse porteføljene investerer i risikabelt aktivum i én periode, og i risikofritt aktivum i de resterende periodene.

Brandt og Santa-Clara (2006) betrakter en investor som maksimerer den forventede nytten av neste periodes formue. Det antas en kvadratisk nyttefunksjon på formen

$$U(W_{t+1}) = W_{t+1} - \frac{b_t}{2} W_{t+1}^2, \tag{19}$$

hvor b_t er positiv og ikke større enn at marginalnytten forblir positiv. Vi vil i denne utredningen bruke samme notasjon som Brandt og Santa-Clara (2006). Brutto avkastning er avkastningen til aktivumet pluss én, og meravkastning defineres som avkastning utover risikofri rente. De benytter stor bokstav for å betegne brutto avkastning, og liten bokstav for å betegne meravkastning. Senket og hevet skrift beskriver henholdsvis perioden hvor avkastningen blir kjent, og hvilket aktivum avkastningen tilhører. Meravkastningen til

risikofritt aktivum (f) og investorens portefølje (p) fra periode t til $t+1$ betegnes med r_t^f og r_{t+1}^p. Den senkede skriften i de to merakvastningene over samme periode avviker ettersom avkastningen til en risikabel portefølje ikke er kjent før $t+1$, mens den risikofrie meravkastningen, r_t^f, er kjent ved begynnelsen av perioden. Dermed er $r_t^f = R_t^f - R_t^f = 0$ risikofri meravkastning, mens $r_{t+1}^p = R_{t+1}^p - R_t^f$ er meravkastningen til investorens portefølje.

Investoren antas å investere hele formuen sin i portefølje p på tidspunkt t. Ved tidspunkt $t+1$ vil investorens formue være gitt ved

$$W_{t+1} = W_t(R_t^f + r_{t+1}^p). \tag{20}$$

Ved å sette W_{t+1} fra likning (20) inn i likning (19), og forenkle, får vi

$$U(W_{t+1}) = cte + r_{t+1}^p - \frac{b_t W_t}{2\left(1 - b_t W_t R_t^f\right)}\left(r_{t+1}^p\right)^2, \tag{21}$$

hvor cte er konstant ved tidspunkt t. Dersom vi maksimerer forventet nytte, kan vi ignorere konstantleddet, og skrive maksimeringsproblemet som

$$max\, E_t[U(W_{t+1})] = max\, E_t\left[r_{t+1}^p - \frac{\gamma}{2}\left(r_{t+1}^p\right)^2\right], \tag{22}$$

hvor vi lar γ være en positiv konstant som kan tolkes som investorens risikoaversjon.

Dersom x_t er en kolonnevektor som betegner vektene i investorens risikable portefølje i periode t, og r_{t+1} er en $N \times 1$ vektor for meravkastningen til N risikable aktiva, vil uttrykket fra (22) kunne skrives som

$$max\, E_t\left[x_t^T r_{t+1} - \frac{\gamma}{2} x_t^T r_{t+1} r_{t+1}^T x_t\right]. \tag{23}$$

Ettersom maksimeringsproblemet er angitt i form av meravkastning, antar vi indirekte at vi plasserer resterende midler i risikofritt aktivum.

Brandt og Santa-Clara (2006) antar videre at de optimale porteføljevektene er lineære i en vektor z_t, bestående av K tilstandsvariabler, hvor den første vanligvis tar verdien én. Porteføljevektene er da på formen

$$x_t = \theta z_t, \tag{24}$$

hvor θ er en $N \times K$-matrise, slik at x_t betegner de betingede porteføljevektene i N risikable aktiva. Ved å kombinere (24) med (23) får vi

$$max\, E_t\left[(\theta z_t)^T r_{t+1} - \frac{\gamma}{2}(\theta z_t)^T r_{t+1} r_{t+1}^T \theta z_t\right]. \tag{25}$$

Ved bruk av lineær algebra, viser Brandt og Santa-Clara (2006) at

$$(\theta z_t)^T r_{t+1} = z_t^T \theta^T r_{t+1} = vec(\theta)^T (z_t \otimes r_{t+1}) = \tilde{x}^T \tilde{r}_{t+1}, \tag{26}$$

der man stabler alle kolonnene i θ til en vektor $\tilde{x}$, og $\tilde{r}_{t+1}$ er Kronecker-produktet (⊗) av tilstandsvariabelvektoren z_t og meravkastningen r_{t+1}. Matrisen $\tilde{r}_{t+1}$ representerer dermed meravkastningene til et sett med porteføljer som investerer en andel i risikabelt aktivum som er proporsjonal med nivået på tilstandsvariabelen. Maksimeringsproblemet kan derfor uttrykkes som

$$max\, E_t\left[\tilde{x}^T \tilde{r}_{t+1} - \frac{\gamma}{2}\tilde{x}^T \tilde{r}_{t+1} \tilde{r}_{t+1}^T \tilde{x}\right]. \tag{27}$$

Førsteordensbetingelsen gir oss nyttemaksimerende vekter

$$\begin{aligned} \tilde{x} &= \frac{1}{\gamma} E[\tilde{r}_{t+1}\tilde{r}_{t+1}^T]^{-1} E[\tilde{r}_{t+1}] \\ &= \frac{1}{\gamma} E[(z_t \otimes r_{t+1})(z_t \otimes r_{t+1})^T]^{-1} E[z_t \otimes r_{t+1}]. \end{aligned} \tag{28}$$

Forventningene kan i praksis byttes ut med utvalgsgjennomsnittene slik:

$$\tilde{x} = \frac{1}{\gamma}\left[\sum_{t=0}^{T}(z_t \otimes r_{t+1})(z_t \otimes r_{t+1})^T\right]^{-1}\left[\sum_{t=0}^{T} z_t \otimes r_{t+1}\right] \tag{29}$$

Vektene i hvert basisaktivum finnes ved å summere vektene i de korresponderende mekanisk forvaltede porteføljene. Dersom vi har én tilstandsvariabel z_t, som er en konstant (dvs. $z_t = z$), vil optimale aktivavekter sammenfalle med en ubetinget Markowitz-løsning.

Vi har til nå, kun vurdert en investor som maksimerer sin betingede forventede nytte over én enkelt periode. Brandt og Santa-Clara (2006) foreslår en metode hvor idéen om naivt forvaltede porteføljer overføres til en multi-periodesetting. Investoren ønsker nå å maksimere forventningen til en kvadratisk nyttefunksjon

$$max\, E_t\left[r^p_{t\to t+H} - \frac{\gamma}{2}\left(r^p_{t\to t+H}\right)^2\right], \tag{30}$$

der H betegner antall investeringsperioder. Får å illustrere resonnementet bak fremgangsmåten, vil vi først betrakte en investering over to perioder. Med vår notasjon kan meravkastningen til en to-periodes investering skrives som

$$\begin{aligned} r^p_{t\to t+2} &= \left(R^f_t + x^T_t r_{t+1}\right)\left(R^f_{t+1} + x^T_{t+1} r_{t+2}\right) - R^f_t R^f_{t+1} \\ &= x^T_t\left(R^f_{t+1} r_{t+1}\right) + x^T_{t+1}\left(R^f_t r_{t+2}\right) \\ &+ \left(x^T_t r_{t+1}\right)\left(x^T_{t+1} r_{t+2}\right). \end{aligned} \tag{31}$$

Hvis vi ser for oss en portefølje som investerer i risikable aktiva i første periode, og risikofritt aktivum i andre periode, vil vi oppnå avkastningen $\left(R^f_t + x^T_t r_{t+1}\right)R^f_{t+1}$. Meravkastningen til porteføljen kan finnes ved å trekke fra en to-periodes risikofri avkastning, $R^f_t R^f_{t+1}$, noe som gir en meravkastning på $x^T_t\left(R^f_{t+1} r_{t+1}\right)$. Vi kjenner igjen dette uttrykket fra første ledd i resultatet fra (31). På liknende vis vil meravkastningen til en portefølje som inneholder risikofritt aktivum fra t til $t+1$, og risikable aktiva fra $t+1$ til $t+2$ være $x^T_{t+1}\left(R^f_t r_{t+2}\right)$. Dette er samme uttrykk som andre ledd i (31). Meravkastningen til en to-periodes investering kan derfor dekomponeres til meravkastningen fra to «timing»-porteføljer som investerer i risikable aktiva i hver sin periode, samt et interaksjonsledd, $\left(x^T_t r_{t+1}\right)\left(x^T_{t+1} r_{t+2}\right)$. Brandt og Santa-Clara (2006) argumenterer for at det siste leddet er flere størrelsesordener mindre enn meravkastningene til «timing»-porteføljene, ettersom det er produktet av to meravkastninger, og foreslår derfor å ignorere dette leddet for enkelhets skyld. Ignorering av interaksjonsleddet fører til at de beregnede nyttemaksimerende vektene kun er en tilnærming til den faktiske løsningen på multiperiodeproblemet. Det økonomiske tapet fra denne fremgangsmåten virker å være relativt uvesentlig for korte investeringshorisonter, men betydningen øker i takt med lengde på investeringshorisont, antall rebalanseringtidspunkter, størrelsen på avkastningene og antall tilstandsvariabler (Brandt & Santa-Clara, 2006).

Man kan enkelt utvide to-periodeeksempelet til et generelt H-periodeproblem med H «timing»-porteføljer, som hver enkelt investerer i risikable aktiva i én periode og risikofritt aktivum i alle resterende perioder.

$$\tilde{r}_{t\to t+H} = \left\{\prod_{\substack{i=0\\ i\neq j}}^{H-1} R^f_{t+i}\, r_{t+j+1}\right\}_{j=0}^{H-1} \tag{32}$$

Jo flere perioder vi betrakter, jo mer svekkes imidlertid nøyaktigheten til de optimale porteføljevektene som følge av ignorering av interaksjonsledd. Beregning av optimale porteføljevekter kan igjen implementeres i praksis ved bruk av historisk data. Dette gir

$$\tilde{x} = \frac{1}{\gamma}\left[\sum_{t=0}^{T-H}(r_{t\to t+H}r_{t\to t+H}^{T})\right]^{-1}\left[\sum_{t=0}^{T-H} r_{t\to t+H}\right], \tag{33}$$

som igjen kan kombineres med de betingede porteføljene ved å bytte ut avkastningen til risikable aktiva, $\mathrm{r}_{\mathrm{t+j+1}}$ i likning (32), med avkastningen til de betingede porteføljene, $\mathrm{z}_{\mathrm{t+j}} \otimes \mathrm{r}_{\mathrm{t+j+1}}$. Det første settet med $N \times K$ elementer fra $\tilde{\mathrm{x}}$, samsvarer med andelene som investeres i de betingede porteføljene i første periode. På denne måten henter man ut porteføljevekter i de påfølgende periodene, frem til de siste $N \times K$ elementene, som representerer porteføljevektene i den siste investeringsperioden.

Matrisen under forsøker å gi et klarere bilde på hvordan en generell avkastningsmatrise for de betingede porteføljene er organisert. Vi antar N $(1,2,\ldots,N)$ risikable basisaktiva, K $(1,2,\ldots,K)$ tilstandsvariabler og T $(1,2,\ldots,T)$ observasjoner:

$$\begin{bmatrix} r_1^1 z_0^1 & r_1^2 z_0^1 & \cdots & r_1^N z_0^1 & r_1^1 z_0^2 & \cdots & r_1^{N-1} z_0^K & r_1^N z_0^K \\ r_2^1 z_1^1 & r_2^2 z_1^1 & \cdots & r_2^N z_1^1 & r_2^1 z_1^2 & \cdots & r_2^{N-1} z_1^K & r_2^N z_1^K \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ r_T^1 z_{T-1}^1 & r_T^2 z_{T-1}^1 & \cdots & r_T^N z_{T-1}^1 & r_T^1 z_{T-1}^2 & \cdots & r_T^{N-1} z_{T-1}^K & r_T^N z_{T-1}^K \end{bmatrix} \tag{34}$$

En generell fremstilling av avkastningsmatrisen ved kombinering av betingede porteføljer (34) og «timing»-porteføljer (32) er derimot mer komplisert. Matrisen i en betinget multi-periodesetting utvider seg eksponentielt ved økninger i antall basisaktiva, investeringsperioder og tilstandsvariabler. For å illustrere hvordan en slik avkastningsmatrise kan se ut, vil vi anta en to-perioders investeringshorisont, hvor man kan investere i en aksjeindeks (s) og VIX-futures (v). Vi benytter to tilstandsvariabler, der den første alltid tar verdien én (dvs. $z = [1, z_t]$). Dersom vi har 50 observasjoner for hvert aktivum, vil matrisen for meravkastningene til de mekanisk forvaltede porteføljene blir utvidet på følgende måte:

$$\begin{bmatrix} r_1^s R_1^f & R_0^f r_2^s & r_1^v R_1^f & R_0^f r_2^v & z_0 r_1^s R_1^f & R_0^f z_1 r_2^s & z_0 r_1^v R_1^f & R_0^f z_1 r_2^v \\ r_3^s R_3^f & R_2^f r_4^s & r_3^v R_3^f & R_2^f r_4^v & z_2 r_3^s R_3^f & R_2^f z_3 r_4^s & z_2 r_3^v R_3^f & R_2^f z_3 r_4^v \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ r_{49}^s R_{49}^f & R_{48}^f r_{50}^s & r_{49}^v R_{49}^f & R_{48}^f r_{50}^v & z_{48} r_{49}^s R_{49}^f & R_{48}^f z_{49} r_{50}^s & z_{48} r_{49}^v R_{49}^f & R_{48}^f z_{49} r_{50}^v \end{bmatrix} \quad (35)$$

Porteføljevektene beregnes ved å benytte Markowitz-løsningen (33) på matrise (35). Vektene som investeres i aksjer i første periode finnes ved bruk av første og femte element fra vektoren $\tilde{x}$. Den endelige investeringen i aksjer blir $x_t^s = \tilde{x}_1 + \tilde{x}_5 z_t$. Dette vil være summen av investeringene i to porteføljer, hvor den ene investerer 100% i aksjer i første periode og den andre investerer en andel i aksjer som er lineær med tilstandsvariablen z_t. På liknende vis finner man andelen som investeres i VIX-futures i andre periode ved å kombinere fjerde og åttende element fra $\tilde{x}$.

6.2 Data

Aksjeporteføljen representeres av den markedsvektede S&P 500-indeksen. Ettersom det ikke er mulig å investere direkte i en indeks, vil vi benytte SPDR S&P 500 ETF (SPY) som vår aksjeportefølje. SPY er det mest handlede børsnoterte fondet på NYSE Arca, har forholdsvis lave forvaltningskostnader og historisk lav relativ volatilitet («tracking error»). SPY distribuerer kvartalsvis utbytte, og dette antas å bli reinvestert umiddelbart. For VIX-futures vil vi benytte offentlig tilgjengelig historisk data fra CBOE.[33] Kjøps- og salgspriser på aksjer og VIX-futures er basert på sluttkurs på rebalanseringsdagen.

Datagrunnlaget begrenses av at VIX-futures ikke ble introdusert før i mars 2004, hvor første kontrakt utløp 19. mai 2004. Over den første perioden er det imidlertid noen måneder som ikke har en futureskontrakt til forfall. Utløpssyklusen er absolutt månedlig fra og med oktober 2005.[34] I de tilfellene hvor det ikke eksisterer en VIX-futureskontrakt med ønsket forfallslengde, velges ganske enkelt neste tilgjengelige futureskontrakt. Våre data spenner dermed fra mars 2004 til mai 2016, noe som gir oss over 12 år med data.

[33] Historisk data for utløpte og noterte VIX-futures kan hentes fra: http://cfe.cboe.com/data/historicaldata.aspx#VX.

[34] Månedene uten forfall av VIX-futureskontrakt var nærmere bestemt: desember 2004, april 2005, juli 2005 og september 2005.

Dersom vi ser bort fra sikkerhetsmargin, kreves det ingen innskudd ved handel i VIX-futures ettersom en futureskontrakt per definisjon har null verdi ved kontraktinngåelse. Hvordan man beregner avkastningen til en futureskontrakt er derfor ikke like åpenbart som å beregne avkastning fra aksjer, obligasjoner, eiendom og andre aktiva hvor profitt enkelt kan uttrykkes i forhold til opprinnelig investering. Ifølge Black (1976) er det ikke meningsfullt å snakke om prosentvis avkastning på en futureskontrakt. Han mener at kontraktens risiko og avkastning derfor må defineres i absolutt pengemengde. Flere forskjellige metoder for kalkulering av prosentvis avkastning har riktignok blitt benyttet i tidligere litteratur. En mulighet er å beregne endring i kontraktspris i forhold til opprinnelig margin (Riley, 1994; Schorock, 1971). Med utgangspunkt i dette foreslår Hancock (2005) en metode som tar hensyn til kontantstrømmer som følge av marginkontoens «marking-to-market». Dusak (1973) hevder derimot at sikkerhetsmargin kun er et beløp som settes til side for å garantere at kontraktspartene er i stand til å oppfylle sine forpliktelser, og at det derfor ikke kan ses på som en investering som genererer avkastning. Figlewski (1984) tar utgangspunkt i prisen på underliggende ved beregning av kontraktens avkastning. Vi vil, i tråd med Dusak (1973) og Bodie og Rosansky (1980), kalkulere avkastningen til VIX-futures som endring i futuresprisen i prosent av futuresprisen ved kontraktinngåelse. Denne metoden antar implisitt at man stiller med en sikkerhetsmargin tilsvarende kontraktsprisen.[35] Vi antar at denne plasseringen genererer en risikofri avkastning, r^f. Avkastningen på en VIX-futureskontrakt kan dermed uttrykkes som

$$r^v_{t\to t+1} = r^f_{t\to t+1} + \frac{F^v_{t+1} - F^v_t}{F^v_t}. \tag{36}$$

Tilstandsvariablene som inkluderes i optimaliseringen bør ha evnen til å påvirke den optimale porteføljesammensetningen. Vi tar derfor utgangspunkt i økonomiske variabler som i tidligere forskning har gitt indikasjon på evne til å forutse fremtidig aktivaavkastning. Et stort antall studier har forsøkt å belyse dette spørsmålet (Campbell, 1987; Pastor & Stambaugh, 2003; Ang & Bekaert, 2007). Keim og Stambaugh (1986) og Fama og French (1989) presenterer resultater som tyder på at forventet avkastning for aksjer og obligasjoner avhenger av blant annet kredittrisiko i obligasjonsmarkedet, formen på rentekurven og aksjemarkedets utbytteavkastning. Hodrick (1992) vurderer i tillegg den kortsiktige risikofrie renten i forhold

[35] Ettersom vi antar at investeringssummen fra en lang futureskontrakt tilsvarer kontraktsprisen F_t, vil en tilsvarende salgsposisjon implisere at vi låner F_t risikofritt ved kontraktinngåelse.

til dens 12 måneders gjennomsnitt. Basert på tidligere litteratur, vil vi derfor begynne vår undersøkelse ved å benytte kredittrisiko, rentekurvens form og nivået på den kortsiktige risikofrie renten. I tillegg inkluderer vi gjennomsnittlig daglig basis på den respektive futureskontrakten, ettersom denne variabelen også har vist evne til å forutse fremtidige endringer i futuresprisen (Simon & Campasano, 2014; Bordonado, et al., 2016).

Vi benytter oss av TED-spread som mål på kredittrisiko.[36] TED-spread er differansen mellom tremånedersrenten på usikrede interbanklån (LIBOR) og tremåneders T-Bill-rente. Term-spread defineres som differansen mellom 10-årig og toårig Treasury note, og gir et mål på terminstrukturen til amerikanske statsobligasjoner. I likhet med Hodrick (1992), beregner vi trend-justert kortsiktige risikofrie rente, som renten på en én-måneders amerikansk statsobligasjon i forhold til dens 12-måneders glidende gjennomsnitt. Vi vil betegne denne variabelen som «T-Bill». Vi henter rentedata fra Federal Reserve Bank of St. Louis sin offentlig tilgjengelige database, Federal Reserve Economic Data (FRED). Gjennomsnittlig daglig basis på VIX-futures finner vi ved å beregne prisforskjellen mellom den relevante VIX-futureskontrakten og VIX-indeksen på investeringstidspunktet, dividert på antall arbeidsdager til forfall.

Britten-Jones (1999) viser at minimeringsproblemet for en investor med kvadratisk nyttefunksjon, i likhet med den vi tar utgangspunkt i, kan løses ved å benytte minste kvadraters metode. Mer spesifikt viser han at optimale porteføljevekter finnes fra en regresjon av de risikable aktivaenes meravkastning på en vektor av ett-tall. Dersom vi benytter et utvalg av historiske avkastninger, vil optimale vekter fra denne regresjonen være proporsjonal med resultatene fra likning (33), med en konstant proporsjonalitetsfaktor på $1/\gamma$ (Brandt & Santa-Clara, 2006). Dette fører til at vi kan finne standardfeilene til porteføljevektene, $\tilde{x}$, ved å benytte standardfeilen til estimatorene fra regresjonen. Disse standardfeilene kan benyttes til å teste om tilstandsvariablene har statistisk signifikant innvirkning på porteføljesammensetningen.

[36] Kredittrisiko kan beregnes på utallige måter. Valg av risikofri og risikabel obligasjon vil ha innvirkning på den beregnede kredittrisikoen. «Credit spread» kan ta utgangspunkt i ett punkt på terminkurven (I-spread), benytte hele terminkurven (Z-spread) eller justeres for eventuelle innebygde opsjoner (OAS). Se for eksempel O'Kane og Sen (2005) for mer informasjon om forskjellige beregningsmetoder.

6.3 In-Sample, én periode

I dette delkapittelet vil vi undersøke effektene av å inkludere volatilitetsfutures i en aksjeportefølje. For å belyse dette, vil vi betrakte en investor som gjør sitt porteføljevalg basert på metoden til Brandt og Santa-Clara (2006), beskrevet tidligere. Porteføljevalget baserer seg på dynamisk forvaltede porteføljer som optimaliseres i et statisk gjennomsnitt/varians-rammeverk.

Vi vil begynne vår undersøkelse ved å benytte all tilgjengelig data, noe som gir oss 145 månedlige avkastningstall for de forskjellige porteføljene.Investoren har mulighet til å investere i SPY og VIX-futureskontrakter med tre måneders løpetid. Rebalansering skjer på de datoer hvor nærmeste futureskontrakt utløper.[37] Det vil si at vi skifter over til neste futureskontrakt så snart investorens futureskontrakt blir klassifisert som nest nærmeste kontrakt. Vi benytter alle fire tilstandsvariabler beskrevet tidligere. Dette inkluderer «T-Bill», TED-spread, trem-spread og VIX-futures basis.[38] Tilstandsvariablene er standardisert til å ha gjennomsnitt lik null, og standardavvik lik én. Dette gjøres for å forenkle tolkningen av porteføljevektene. Vektene til den konstante tilstandsvariabelen $(z = 1)$ angir dermed gjennomsnittlig aktivaallokering i de to basisaktivaene. Vi lar risikoparameteren (γ) være lik 5. Tabell 4 viser ex-post optimale porteføljevekter for hele datasettet dersom investoren maksimerer forventet nytte over en én-måneders periode. Tallene i parentesene beskriver porteføljekoeffisientenes standardfeil. P-verdien er resultatet fra en felles F-test på hypotesen om at vektene til alle tilstandsvariablene, med unntak av konstanten, er null samtidig.

Tabell 4: Ubetinget og betinget optimal porteføljesammensetning fra månedlige enkeltperiodeinvesteringer.

	Tilstandsvariabel	Ubetinget	Betinget
SPDR S&P 500 ETF (SPY)	1	0.3856 (0.5925)	0.4482 (0.6964)
	T-Bill		-0.8226 (1.2337)
	TED spread		-2.1700 (1.2909)
	Term spread		-0.5976 (0.8557)
	VIX futures basis		-1.3678 (0.5903)

[37] Dersom det ikke utløper en futureskontrakt denne måneden, vil vi benytte CBOE sin fremgangsmåte for fastsettelse av forfallsdato. Rebalanseringsdato på slike måneder vil således være definert som den datoen hvor den spesifikke måneds futureskontrakt hadde hatt forfall dersom en slik futureskontrakt hadde eksistert. (http://cfe.cboe.com/products/spec_vix.aspx)

[38] Dersom det ikke eksisterer en registrert verdi for tilstandsvariabelen på rebalanseringsdagen, velges senest kjente verdi.

3 måneders VIX futures	1	-0.1104 (0.2084)	-0.3426 (0.2316)
	T-Bill		-0.5050 (0.5310)
	TED spread		-0.7772 (0.5029)
	Term spread		-0.2072 (0.2655)
	VIX futures basis		-0.5142 (0.2119)
P-verdi			0.0694

Den ubetingede optimale porteføljen tilsvarer en standard Markowitz-optimal portefølje for en investor med risikoparameter (γ) på 5, og investoren har valget mellom å investere i SPY, VIX-futures og risikofritt aktivum. Porteføljen har en optimal andel på 38,56% av formuen investert i aksjer. Allokeringen til VIX-futures på -11,04%, noe som fører til et systematisk salg av VIX-futures. For den betingede modellen, legger vi merke til at gjennomsnittlig allokering til aksjer øker fra 0,3856 til 0,4482 etter inkludering av tilstandsvariabler. Allokeringen til VIX-futures endres fra -0,1104 til -0.3426, noe som omtrent tilsvarer porteføljevektens standardavvik. Grunnen til at investoren med den betingede porteføljen kan tillate seg å være mer aggressiv i gjennomsnitt, er tilstandsvariablenes mulige evne til å forutse endringer i avkastningene. Dette lar investoren redusere aktivaallokeringen i tider hvor den risikojusterte avkastningen er svakere. Legg merke til at vektene ikke summerer seg til én, ettersom vi antar at resterende midler plasseres i risikofritt aktivum. I de tilfellene hvor vektene overstiger 100 %, vil investoren måtte finansiere dette ved å låne midler til risikofri rente. En p-verdi på 0,0694 for den samlede F-testen indikerer at vi ikke kan forkaste hypotesen om at vektene for alle tilstandsvariablene er null for signifikansnivåer lavere enn ca. 7 %.

For både aksjer og volatilitetsfutures, finner vi negative koeffisienter for alle fire tilstandsvariabler. Koeffisientene er kraftigere for SPY enn VIX-futures for samtlige variabler. TED-spread og VIX-futures basis har tilsynelatende størst grad av påvirkning på aktivaallokeringen, både med tanke på størrelse og signifikansnivå. Ettersom vi standardiserte tilstandsvariablene til å ha et standardavvik lik én, vil koeffisientene gi oss endring i aktivaallokeringen som følge av ett standardavviks endring i tilstandsvariabelen. Koeffisienten til TED-spread for aksjevekten er på -2,17, og endringer i TED-spread vil følgelig gi store utslag i allokeringen til aksjer. Det skal nevnes at fordelingen på ingen måte er normalfordelt, og at et standardavviks endring i TED-spread sjeldent inntreffer i normale tider. De eneste

tilfellene hvor TED-spread avvikte mer enn ett standardavvik fra gjennomsnittet er begrenset til tidsrommet fra 2007 til 2009.

Term-spread er en viktig komponent i The Conference Boards ledende økonomiske indeks (LEI)[39], som er mye brukt til å predikere fremtidige endringer i den økonomiske aktiviteten. Estrella og Hardouvelis (1991), Dueker (1997) og Estrella og Mishkin (1997) er blant artiklene som finner en sammenheng mellom rentens terminstruktur og påfølgende økonomisk vekst. Fra tabell 4 ser vi at term-spread påvirker porteføljevektene til begge basisaktiva i negativ retning. Økt fare for økonomisk tilbakegang, indikert av høy term-spread, fører til at investoren selger seg ut av aksjer, i tillegg til å selge en større andel volatilitetsfutures. I vår undersøkelse virker allikevel ikke term-spread å kunne påvirke porteføljevektene i signifikant grad. For begge aktiva ligger koeffisienten til term-spread innenfor ett standardavvik fra null. Vi bør derfor være forsiktige med å trekke bastante konklusjoner med tanke på term-spread sin evne til å påvirke optimale porteføljevekter.

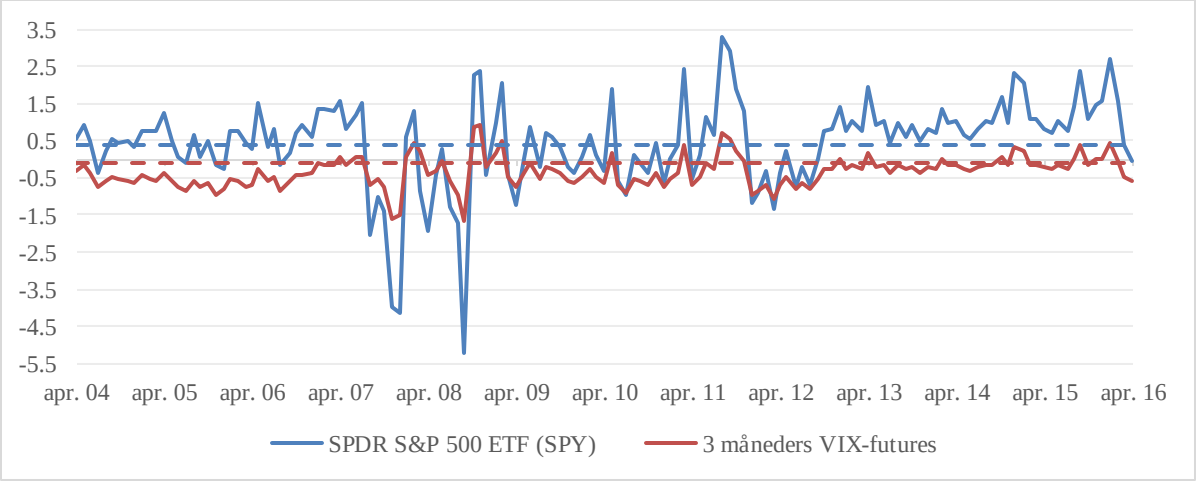
Koeffisientene for «T-Bill» er -0,8226 for aksjer og -0,505 for tremåneders VIX-futures. Dette indikerer at en økning i kortsiktig risikofri rente fører til negativ endring i allokeringen til begge aktiva. VIX-futures basis er den tilstandsvariabelen med sterkest signifikant innvirkning på aktivavektene. For denne tilstandsvariabelen finner vi individuelle p-verdier på 0,014 og 0,012 for henholdsvis aksjer og VIX-futures fra en t-test på hypotesen om at koeffisienten er null. Våre resultater støtter opp under tidligere studier som undersøker strategier som baserer seg på å selge VIX-futures når terminstrukturen er stigende, og å kjøpe VIX-futures i perioder hvor terminstrukturen er fallende (Gantenbein & Rehrauer, 2013; Simon & Campasano, 2014; Bordonado, et al., 2016).

Tidsseriene i figur 11 viser porteføljevektene til SPY og 3 måneders VIX-futures for de optimale porteføljene fra tabell 4 under ubetinget og betinget enkeltperiode-investering. De heltrukkede linjene viser allokeringen til de to aktivaene dersom vi inkluderer tidsvarierende vekter basert på tilstandsvariabler. Det er tydelig at aktivavektene varierer i stor grad over tid. Vi legger spesielt merke til at vektene for aksjeinvesteringen er veldig sensitiv til endringer i tilstandsvariablene, med vekter som varierer innenfor intervallet fra -5,1 til 3,3. De stiplede

[39] https://www.conference-board.org/data/bci.cfm

linjene viser den konstante statiske allokeringen til aksjer og volatilitetsfutures for en ubetinget porteføljesammensetning.

Figur 11: Tidsserie av porteføljevektene under ubetinget og betinget optimal portefølje fra månedlige enkeltperiodeinvesteringer



For å vurdere effekten av å inkludere volatilitetsfutures og tilstandsvariabler i porteføljeoptimaliseringen vil vi evaluere resultatene fra de to optimaliserte porteføljene i tabell 4. Vi vil sammenligne resultatene med en portefølje som kun investerer i aksjer. I tabell 5 presenteres deskriptiv statistikk og prestasjonsmål for månedlige investeringer i de tre forskjellige porteføljene.

Tabell 5: Deskriptiv statistikk og prestasjonsmål for 100% aksjer, ubetinget og betinget portefølje fra månedlige enkeltperiodeinvesteringer.

	100 % aksjer	**Ubetinget 1P**	**Betinget 1P**
Gj.snittlig meravkastning	0.576%	0.398%	2.355%
Standardavvik	4.271%	2.802%	6.468%
LPSD	5.468%	3.777%	6.512%
VaR(95%)	7.241%	4.803%	6.605%
Maksimalt tap	21.828%	14.612%	26.937%
Skjevhet	-1.3795	-1.8669	-0.2859
Eksess kurtose	4.8133	6.1529	3.6667
Annualisert Sharpe-rate	0.4669	0.4917	1.2611
Annualisert Sortino-rate	0.3647	0.3648	1.2527
Omega-rate	1.4313	1.4712	2.7485

Gjennomsnittlig månedlig meravkastning for den betingede porteføljen er fire til fem ganger høyere enn for de andre to porteføljene. Det er imidlertid ikke meningsfullt å sammenligne avkastningene til de forskjellige porteføljene uten å vurdere risikoen investoren påtar seg. Blant annet vil den investoren med den ubetingede porteføljen plassere en stor andel av formuen i risikofritt aktivum. Den ubetingede porteføljen har lavest gjennomsnittlig avkastning, men porteføljen har også lavest risiko ifølge samtlige risikomål fra tabell 5. Et av målene vi presenterer er «lower pratial standard deviation», LPSD. I motsetning til konvensjonelt standardavvik, tar LPSD kun hensyn til verdier under en viss terskelverdi, og gir derfor et mål på nedsiderisiko. LPSD kalkuleres ved å ta kvadratroten av gjennomsnittet til de kvadrerte negative avvikene fra den risikofrie renten. (Bodie, et al., 2014). Den risikofrie renten er i vårt tilfelle satt til null, ettersom vi spesifiserer modellen i form av meravkastninger. Vi ser at LPSD til porteføljen med aksjer og den den ubetingede porteføljen er større enn deres respektive standardavvik. Dette tyder på en negativ skjevhet i avkastningsfordeling, noe som tydelig fremgår av skjevhetsnivåene som presenteres i tabell 5.

«Value-at-Risk» (VaR) et også risikomål som gir informasjon om nedsiderisiko. Benninga (2014) definerer VaR som det største forventede tapet under normale markedsforhold, over et bestemt tidsintervall, for et gitt signifikansnivå. VaR(95%) betegner i vårt tilfelle avkastningen for den femte persentilen i avkastningsfordelingen fra vårt historiske datagrunnlag. Dersom historien gjentar seg, vil vi kunne forvente et tap tilsvarende VaR(95%) eller mer, i 5 av 100 tilfeller. Porteføljen med 100 % aksjer har noe høyere VaR(95%) enn de to optimaliserte porteføljene. Bortsett fra dette indikerer alle risikomål at den mest risikable porteføljen er den betingede porteføljen.

Ved å studere prestasjonsmålene i tabell 5, ser vi at den betingede porteføljen leverer langt bedre risikojusterte avkastninger i forhold til de to andre porteføljene. Porteføljene er optimalisert på grunnlag av Sharpe-rate. Det er derfor ikke overraskende at den betingede porteføljen presterer klart best når vi sammenligner de risikojusterte avkastningstallene. Ved å legge til ytterligere aktiva i investeringsuniverset, vil en endring i maksimal Sharpe-rate utelukkende kunne være positiv i et ex-post perspektiv. Det vil si at Sharpe-raten til 100 % investering i aksjer ikke kan være høyere enn Sharpe-raten til den ubetingede porteføljen, som igjen ikke kan overstige Sharpe-raten til den betingede porteføljen.

Sharpe-raten benytter standardavvik som mål på risiko. Standardavvik tar hensyn til både positive og negative avvik fra gjennomsnittet. Når det er negativ skjevhet i

avkastningsfordelingen vil standardavvik underestimere risiko (Bodie, et al., 2014). Vi ser derfor også på Sortino-raten. Sortino-raten måler meravkastningen i forhold til nedsiderisiko, nærmere bestemt LPSD. Vi finner ingen økning i Sortino-rate ved å inkludere en statisk allokering til VIX-futures i aksjeporteføljen. Dette kan forklares av at avkastningene til den ubetingede optimale porteføljen innehar en sterkere negativ skjevhet enn en ren aksjeportefølje. Vår optimaliseringsbetingelse baserer seg på gjennomsnitt og varians, og ignorerer dermed høyere momenter i avkastningsfordelingen Sharpe- og Sortino-rate er annualisert ved å multiplisere månedlige prestasjonsmål med kvadratroten av 12.

Omega-raten måler sannsynlighetsvektet forhold mellom avkastninger over og under en terskelverdi (Keating & Shadwick, 2002).[40] I motsetning til Sharpe-raten og Sortino-raten, betrakter Omega-raten alle momenter i den historiske avkastningsfordelingen. Vi vil igjen definere terskelverdien som den risikofrie renten. En høy Omega-rate indikerer at porteføljen produserer flere positive enn negative meravkastninger. De relative resultatene fra dette prestasjonsmålet sammenfaller i stor grad med verdiene for Sharpe- og Sortino-raten.

Det er verdt å merke seg at Sharpe-, Sortino- og Omega-raten til den ubetingede porteføljen kun har en forbedring på henholdsvis 0,0248, 0,0001 og 0,0499 i forhold til den rene aksjeporteføljen. Resultatene indikerer dermed at en statisk allokering til volatilitetsfutures ikke ser ut til å gi en nevneverdig forbedring av porteføljeresultatene. Dette gir oss en enda større grunn til å utforske porteføljesammensetninger med volatilitetsderivater i en dynamisk kontekst.

6.4 Out-of-sample, én periode

Den betingede modellen til Brandt og Santa-Clara (2006) oppnår imponerende resultater i delkapittelet ovenfor. Dessverre gir backtesting av historisk data kun en indikasjon på hva den beste investeringsstrategien hadde vært over den studerte perioden. Det er uproblematisk å konstruere en portefølje som presterer godt, dersom vi allerede vet avkastningstallene i forveien. Finjustering av en portefølje til å oppnå best mulig resultater fra historisk data vil

[40] Generelt kan vi definere Omega-raten som $\Omega(r) = \frac{\int_r^{\infty}(1-f(x))dx}{\int_{-\infty}^{r} f(x)dx}$, der r indikerer terskelverdien, og $f(x)$ er porteføljeavkastningens kumulative fordelingsfunksjon (Keating & Shadwick, 2002).

ikke nødvendigvis gi oss en portefølje som gir gode resultater i fremtiden. Selv om en investeringsstrategi virker å være lønnsom med det datagrunnlaget vi har tilgjengelig på et gitt tidspunkt, vil porteføljen være spesialtilpasset ett bestemt datasett over én bestemt periode.

Vi vil derfor dele datasettet vårt i to deler, der den første delen av datasettet vil benyttes til å estimere optimale porteføljevekter. Vi vil deretter anvende de optimale porteføljevektene på avkastningsdata som fant sted etter optimaliseringsperioden. På denne måten separerer vi data som benyttes til optimaliseringen fra data som benyttes til å evaluere porteføljeresultater. Vi vil omtale datasettet for den første perioden som in-sample, mens datasettet som benyttes i investeringsperioden vil bli omtalt som «out-of-sample» Datasettet deles slik at de første 100 observasjonene benyttes in-sample. Dette vil gi oss nok data til å kunne beregne porteføljevekter uten for mye støy. De resterende 45 observasjonene vil være «out-of-sample». Vi vil som tidligere benytte en risikoaversjonsparameter (γ) på 5.

Tabell 10 i appendiks A viser resultatene fra optimaliseringen dersom vi kun benytter de første 100 observasjonene i datagrunnlaget for alle fire tilstandsvariabler. Vi bemerker oss at p-verdien for den samlede F-testen ($p = 0{,}2946$) indikerer at vi ikke kan forkaste hypotesen om at vektene for alle tilstandsvariablene er null. Vi mistenker at optimaliseringen er feilkalibrert og inneholder irrelevante tilstandsvariabler. Modellen inneholder individuelle variabler hvor verdien til koeffisientene er svært lite signifikante. Dette gjelder i størst grad koeffisientene for «T-Bill» og term spread. Med mindre de irrelevante variablene er helt ukorrelerte med de relevante variablene i optimaliseringen, vil en irrelevant variabel øke standardfeilen til koeffisientene. Vi utfører derfor en ny optimalisering der vi kun inkluderer TED spread og VIX-futures basis. Denne optimaliseringen gir en P-verdi på 0,0777 for en felles test på hypotesen om at de estimerte vektene i TED spread og VIX-futures basis er null. På grunnlag av dette, velger vi å fortsette denne undersøkelsen uten tilstandsvariablene «T-Bill» og term spread.

Porteføljevektene fra den nylig spesifiserte modellen er presentert i tabell 6 under. Tallene i parentes beskriver standardfeilen til estimatoren til porteføljevekten.

Tabell 6: Ubetinget og betinget optimal portefølje fra månedlige enkeltperiodeinvesteringer i optimaliseringsperioden

Tilstandsvariabel	Ubetinget 2P	Betinget 2P

SPDR S&P 500 ETF (SPY)	1	0,3807 (0,6515)	0.4694 (0.7287)
	TED-spread		-1.4227 (0.8669)
	VIX-futures basis		-1.1308 (0.6128)
3 måneders VIX futures	1	0,0210 (0,2291)	-0.2159 (0.8447)
	TED-spread		-0.3632 (1.5448)
	VIX-futures basis		-0.3923 (1.5926)
P-verdi			0,0777

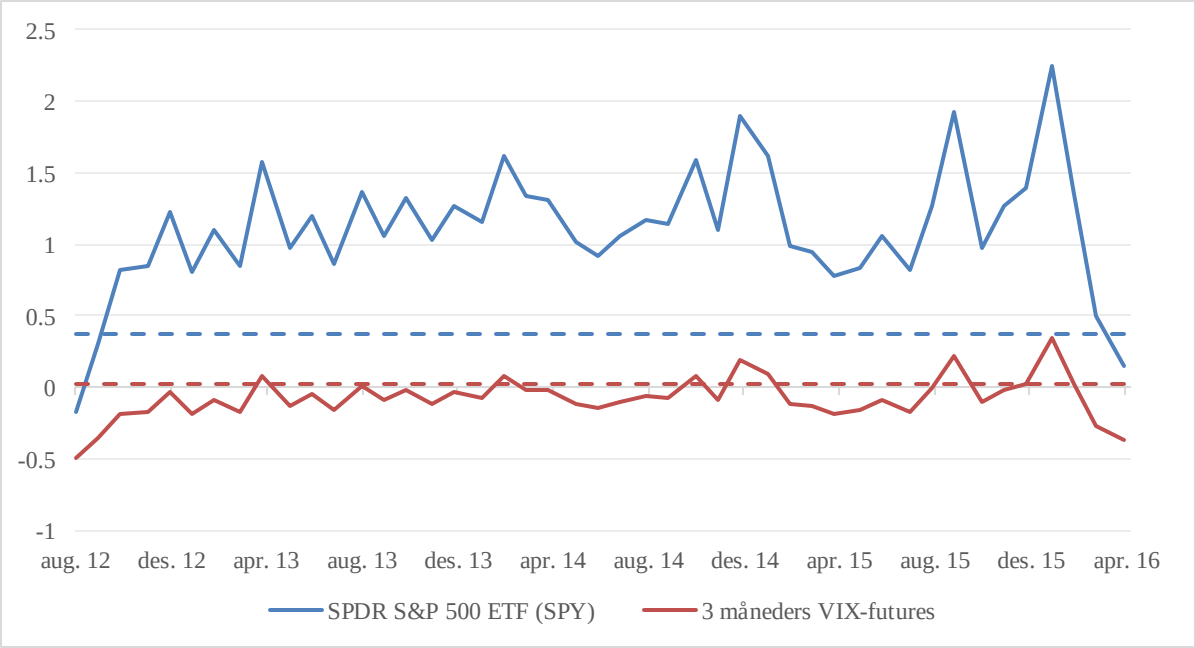
Legg merke til at den ubetingede Markowitz-ekvivalente porteføljen nå finner det optimalt å kjøpe VIX-futureskontrakter. En årsak til dette kan være de svært positive avkastningstallene for lange VIX-futureskontrakter under finanskrisen. Disse vil ha større implikasjon på porteføljevektene når datagrunnlaget får færre observasjoner. Andelen av porteføljen som investeres i lange volatilitetsfutures er imidlertid liten. Ifølge tidligere studier har en liten allokering til VIX-futures allikevel vist seg å kunne påvirke porteføljeresultatene på grunn av volatilitetsderivatenes egenskaper.

Negative koeffisienter for VIX-futures basis indikerer at en fallende terminstruktur for VIX-futures gjør aksjer og lange VIX-futures mer attraktive. Den samme effekten får vi fra lave TED-spread-verdier. Påvirkningen fra de to tilstandsvariablene ser ut til å påvirke aktivavektene relativt likt. For SPY, vil et standardavviks endring i TED-spread og VIX-futures basis føre til en endring i aksjevekten på henholdsvis 1,43 og 1,13. VIX-futures er litt mer sensitiv til endringer i terminstrukturen til VIX-futures, med koeffisienter på -0,3632 og -0,3923 for henholdsvis TED-spread og VIX-futures basis. Vi vil imidlertid ofte observere at de to tilstandsvariablene har motsatt fortegn av hverandre. Dette kommer av at høy kredittrisiko og fallende terminstruktur for volatilitet ofte sammenfaller med en svake økonomiske forhold

Vektene til konstantleddene for den betingede porteføljen kan ikke lenger tolkes som gjennomsnittlig allokering til basisaktivaene over investeringsperioden. Tilstandsvariablene er standardisert basert på in-sample data, slik at konstantleddet vil være den optimale gjennomsnittlige aktivaallokeringen in-sample. Denne standardiseringsfaktoren multipliseres med fremtidige verdier for tilstandsvariablene når porteføljevektene bestemmes. Tilstandsvariablene er generelt lavere out-of-sample enn de i gjennomsnitt var in-sample. Dette presenteres tydelig i Figur 12, hvor vi ser at aktivavektene til aksjer og volatilitetsfutures som regel ligger over optimale gjennomsnittlige vekter in-sample (Henholdsvis 0,4694 for

SPY og -0,2159 for VIX-futures). De stiplede linjene i figuren representerer den ubetingede porteføljen.

Figur 12: Out-of-sample, Tidsserie av porteføljevektene under ubetinget og betinget optimal portefølje fra månedlige enkeltperiodeinvesteringer i optimaliseringsperioden.



I tabell 7 gir vi en oversikt over resultatene fra porteføljene i out-of-sample-perioden.

Tabell 7: Out of sample, deskriptiv statistikk og prestasjonsmål for 100% aksjer, ubetinget og betinget portefølje fra månedlige enkeltperiodeinvesteringer.

	100 % aksjer	**Ubetinget 2P**	**Betinget 2P**
Gj.snittlig meravkastning	1.038%	0.321%	1.963%
Standardavvik	3.159%	1.067%	4.386%
LPSD	3.524%	1.103%	4.372%
VaR(95%)	3.842%	1.137%	4.745%
Maksimalt tap	-10.246%	-3.347%	-13.561%
Skjevhet	-0.9686	-0.7873	-0.7447
Eksess kurtose	2.5224	2.1786	2.6031
Annualisert Sharpe-rate	1.1385	1.0405	1.5502
Annualisert Sortino-rate	1.0206	1.0063	1.5549
Omega-rate	2.3570	2.2136	3.2608

Annualisert Sharpe-rate øker med 36% for den betingede porteføljen i forhold til en ren aksjeportefølje. Dette er en signifikant økning av Sharpe-raten for meget lave signifikansnivåer.[41] Vi finner også betydelig forbedring i Sortino-rate og den mer generelle Omega-raten. For den ubetingede porteføljen er resultatene svakere. Samtlige risikojusterte prestasjonsmål er lavere enn for en ren aksjeportefølje. Porteføljen kan derimot vise til noe mindre negativ skjevhet.

6.5 Out-of-sample, to perioder

Vi vil i denne delen av undersøkelsen betrakte modellen i en multi-periode-setting. Dette gjøres ved å inkludere «timing»-porteføljer, som investerer i risikabelt aktivum i én periode, og risikofritt aktivum i alle resterende perioder. Når vi estimerer modellen på grunnlag av et historisk avkastningsutvalg, vil optimaliseringen være sensitiv til startdato for datagrunnlaget. Mer spesifikt, vil vi ved månedlig avkastningstall og en investeringshorisont på to måneder, ha valget mellom to mulige startperioder. Vi vil derfor benytte oss av «timing»-porteføljer med overlappende investeringshorisont, hvor vi hver måned benytter avkastningsdata for de neste to måneder. Det ene settet med «timing»-porteføljer vil investere i risikable aktiva i perioden t til t+1, mens det andre settet med «timing»-porteføljer investerer i risikable aktiva fra t+1 til t+2, hvor $t = 0,1,2, \dots, T$. Metoden kan relateres til den av Jagadeesh og Titman (1993) og Rouwenhorst (1998). Avkastningsmatrisen nedenfor illustrerer hvordan vår avkastningsmatrise vil se ut. Basisaktiva er SPY (s) og VIX-futures (v). Vi vil fortsatt benytte en konstant, TED-spread og VIX-futures basis som våre betingede variabler, men vi vil for enkelhets skyld presentere en avkastningsmatrise med kun to tilstandsvariabler, der den første alltid tar verdien én (dvs. $z = [1, z_t]$).

[41] Test for signifikant økning i Sharpe-raten utføres med Wald-test, $W = T\left(\frac{\hat{\theta}^2 - \hat{\theta}_p^2}{1 - \hat{\theta}_p^2}\right) \sim \chi_k^2$, hvor $\hat{\theta}^2$ er den testede porteføljens kvadrerte Sharp-rate, $\hat{\theta}_p^2$ er den kvadrerte Sharpe-raten til referanseporteføljen, T er antall observasjoner, og antall frihetsgrader, k, er forskjellen i antall parametere (aktiva) mellom porteføljene. (Nijman & de Roon, 2001)

$$\begin{bmatrix} r_1^s R_1^f & R_0^f r_2^s & r_1^v R_1^f & R_0^f r_2^v & z_0 r_1^s R_1^f & R_0^f z_1 r_2^s & z_0 r_1^v R_1^f & R_0^f z_1 r_2^v \\ r_2^s R_2^f & R_1^f r_3^s & r_2^v R_2^f & R_1^f r_3^v & z_1 r_2^s R_2^f & R_1^f z_2 r_3^s & z_1 r_2^v R_2^f & R_1^f z_2 r_3^v \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ r_{99}^s R_{99}^f & R_{98}^f r_{100}^s & r_{99}^v R_{99}^f & R_{98}^f r_{100}^v & z_{98} r_{99}^s R_{99}^f & R_{98}^f z_{99} r_{100}^s & z_{98} r_{99}^v R_{99}^f & R_{98}^f z_{99} r_{100}^v \end{bmatrix} \quad (37)$$

Vi vil fortsatt anta en risikoaversjonsparameteren på 5. Porteføljesammensetningen presenteres i tabell 8.

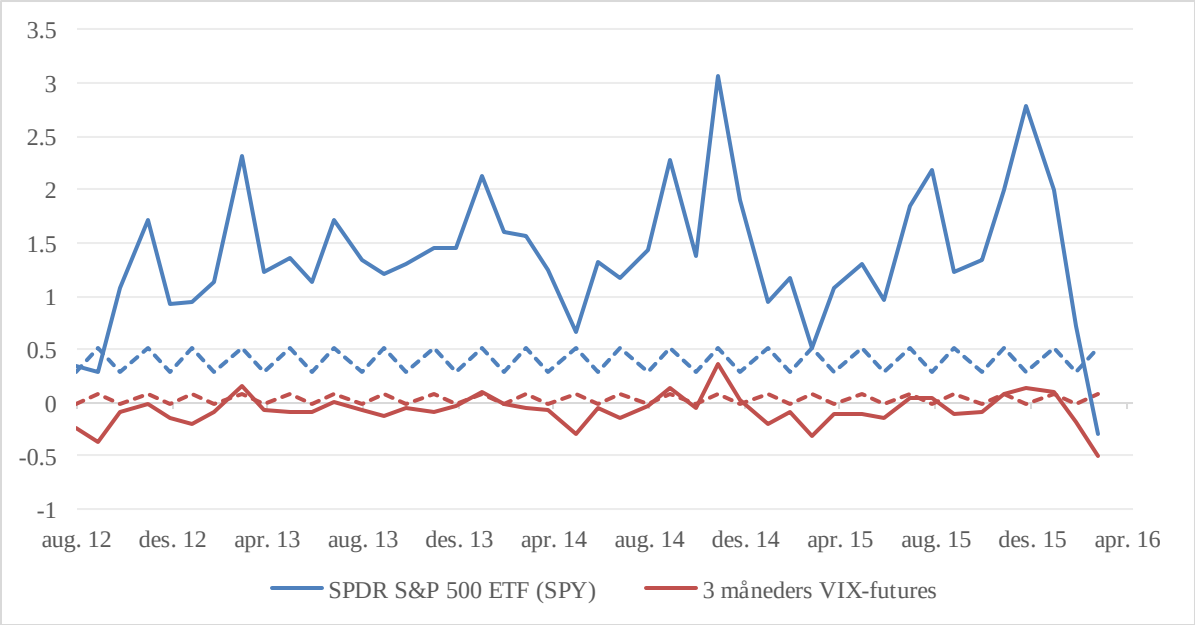
Tabell 8: In-sample, ubetinget og betinget optimal portefølje fra 2-periodesnvesteringer

	Tilstandsvariabel	Ubetinget 2P	Betinget 2P
Periode 1			
SPDR S&P 500 ETF (SPY)	1	0.2872 (0.6636)	0.6283 (0.7342)
	TED-spread		-1.5667 (0.9404)
	VIX-futures basis		-1.1841 (0.6849)
3 måneders VIX futures	1	-0.0137 (0.2349)	-0.2779 (0.2621)
	TED-spread		-0.3947 (0.3874)
	VIX-futures basis		-0.1696 (0.2818)
Periode 2			
SPDR S&P 500 ETF (SPY)	1	0.5089 (0.6763)	0.8587 (0.7404)
	TED-spread		-1.3288 (0.9881)
	VIX-futures basis		-2.0544 (1.2488)
3 måneders VIX futures	1	0.0798 (0.2431)	-0.0866 (0.2518)
	TED-spread		-0.2366 (0.3586)
	VIX-futures basis		-0.5426 (0.3181)
P-verdi			0,0495

«In-sample» gjennomsnittlige porteføljevektene i SPY og VIX-futures øker fra periode 1 til periode 2. Dette gjelder både for den ubetingede og betingede modellen. Aktivaallokeringens sensitivitet til TED-spread synker fra -1,5667 til -1,3288 for aksjer, og fra -0,3947 til -0,2366 for volatiltetsfutures. Motsatt effekt finner vi for VIX-futures basis, hvor sensitiviteten til formen på terminstrukturen øker fra periode én til periode to. Vi finner ingen fortegnsendringer i koeffisientene til tilstandsvariablene ved å utvide modellen til to perioder. Både TED-spread og VIX –futures basis vil påvirke aktivaallokeringen i negativ retning.

I figur 13 viser vi out-of-sample aktivaallokering for den ubetingede (stiplet linje) og betingede (heltrukken linje) porteføljen fra tabell 8, mens tabellen under presenterer månedlig deskriptiv statistikk og prestasjonsmål for den betingede enkeltperiodeporteføljen, samt ubetinget og betinget portefølje fra toperiodeinvesteringer.

Figur 13: In-sample, Tidsserie av porteføljevektene under ubetinget og betinget optimal portefølje fra 2-periodeinvesteringer i optimaliseringsperioden.



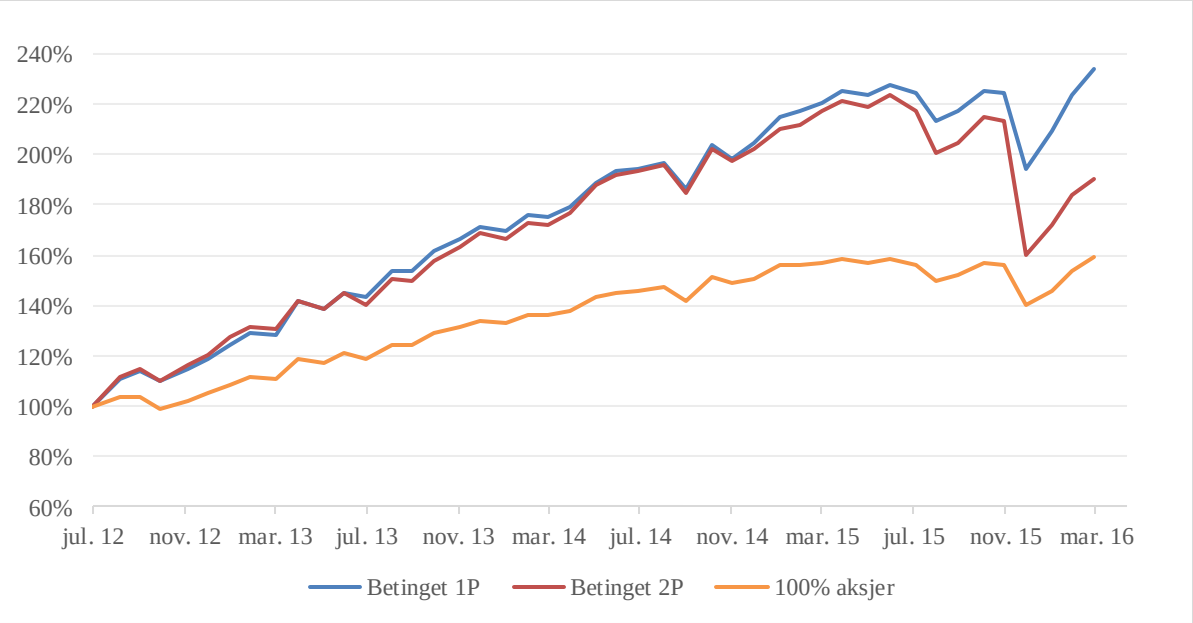
Tabell 9: Out-of-sample, deskriptiv statistikk og prestasjonsmål for betinget enkeltperiodeinvesering samt, ubetinget og betinget portefølje fra 2-periodeinvesteringer.

	Betinget 1P	**Ubetinget 2P**	**Betinget 2P**
Gj.snittlig meravkastning	1.963%	0.332%	1.535%
Standardavvik	4.386%	1.039%	5.652%
LPSD	4.372%	1.139%	7.753%
VaR(95%)	4.745%	1.324%	5.508%
Maksimalt tap	-13.561%	-3.306%	-25.047%
Skjevhet	-0.7447	-0.9265	-2.5068
Eksess kurtose	2.6031	2.2216	10.5611
Annualisert Sharpe-rate	1.5502	1.1072	0.9409
Annualisert Sortino-rate	1.5549	1.0099	0.6860
Omega-rate	3.2608	2.2816	2.1358

Dersom vi sammenligner resultatene fra enkeltperiodemodellen med resultatene fra en investeringshorisont på to måneder, vil månedlige avkastningstall svekkes fra 1,963% til 1,535% samtidig som risikoen øker. Dette fører til drastisk svekkelse av risikojusterte avkastningsmål. Den annualiserte Sortino-raten er mer enn halvert, og Sharpe-raten synker fra 1,5502 til 0,9409. Fra 16. desember 2015 til 20. januar 2016 falt verdien av den betingede toperiodeporteføljen med 25%. Dette gjør store utslag for de gjennomsnittlige prestasjonsmålene. Det store maksimale tapet er også hovedgrunnen til den store negative skjevheten og de høye kurtoseverdiene fra tabell 9.

Vi har tidligere kun presentert månedlige aritmetiske avkastningstall, ettersom vi i optimaliseringsmodellen har betraktet en investor som maksimerer sin nytte over den gitte investeringsperioden. Vi kan allikevel anta en investor som følger modellen over flere investeringshorisonter, og som dermed opparbeider seg en kumulativ avkastning. Ved store svingninger i porteføljen, vil det aritmetiske avkastningsmålet overestimere den faktisk oppnådde kumulative avkastningen (geometrisk avkastning). Vi presenterer derfor i figur 14 en tidsserie over de kumulative porteføljeverdiene til tre forskjellige investorer. Den ene investoren investerer 100 % aksjer, den andre investerer etter porteføljevektene fra den betingede enkeltperiodemodellen og den siste investerer etter den betingede toperiodemodellen.

Figur 14: Kumulativ avkastning for 100% aksjer, betinget enkeltperiode og betinget toperiode over out-of-sample-perioden



De to betingede porteføljene følger hverandre relativt likt frem til det store fallet i den betingede porteføljen ved årsskiftet 2015/2016. Den betingede enkeltperiodemodellen har ikke overraskende den høyeste kumulative avkastningen. Vi ser allikevel at verdien av porteføljen med 100 % aksjer svinger en god del mindre enn de betingede porteføljene, noe vi også har bemerket oss i tidligere delkapitler.

6.6 Out-of-sample, utvidelser

Vi har i denne undersøkelsen sett bort fra transaksjonskostnader. Disse kan i mange tilfeller være betydelige. Dette gjelder spesielt for VIX-futures. Vi har antatt at aksjeinvesteringen gjøres i det børsnoterte fondet SPY. Transaksjonskostnadene ved endringer i aksjeporteføljen er dermed minimale. Allikevel vil få investorer i praksis endre aktivaallokeringene i så stor grad, og så hyppig som modellen finner det optimalt. De betingede porteføljene som er presentert ovenfor har store utslag i porteføljevekter fra periode til periode som følge av endringer i tilstandsvariabler.

Vi vil derfor presentere avkastningstall fra en investor som naivt beholder en andel av den porteføljen han allerede innehar, og justerer i henhold til porteføljevektene fra optimaliseringen. Investoren vil begynne med de optimale vektene fra første periode, og justere 20 % eller 50 % til den nye beregnede optimale porteføljen ved rebalanseringsdagen.

Dette vil føre til at vi i mindre grad trenger å gjøre store endringer i porteføljesammensetningen. Dette er spesielt gunstig i forhold til aksjeallokeringen. VIX-futureskontraktene vil fortsatt måtte likvideres ved rebalanseringsdato, men vi vil allikevel hindre at VIX-futuresposisjonene blir for ekstreme. Tabell 11 i appendiks B viser resultatene fra de to rebalanseringsstrategiene i out-of-sample-perioden.

Resultatene fra de naivt rebalanserende porteføljene gir oppløftende resultater. Vi ser en forbedring i alle prestasjonsmål. Ved at en mindre andel av porteføljen rebalanseres vil vi i tillegg pådra oss lavere transaksjonskostnader. Porteføljevektene fra de alternativt rebalanserte porteføljene presenteres i figur 15 i Appendiks B. Selv om porteføljevektene ikke gir de forventede beste resultatene ifølge optimaliseringsmodellen, vil dette kunne være en praktisk løsning på problemet rundt drastisk skiftende porteføljevekter.

En annen mulig løsning på problemer knyttet til transaksjonskostnader og likviditet i VIX-futureskontrakter er å innføre en innlåsningsperiode på volatilitetsinvesteringen. Med andre ord kan vi la aksjeporteføljen rebalanseres hver periode, mens investeringen i VIX-futures er låst for hele investeringshorisonten. Vi vil følge metoden til de Roon, et al. (2010) og Hoesli, et al. (2014). Investeringshorisonten er på to perioder (to måneder), og vi tillater rebalansering av aksjeallokeringen etter den første perioden. Vi vil fortsatt benytte tremåneders VIX-futures. Kontraktene vil derimot holdes i to måneder, og rebalanseres på den datoen hvor de blir klassifisert som nærmeste kontrakt. Risikoaversjonsparameteren (γ) vil som tidligere settes til 5.

Resultatene fra denne optimaliseringen presenteres i tabell 8 og 9 i appendiks C. De mest iøynefallende funnene er at porteføljevektene er mindre sensitive til endringer i tilstandsvariablene. Dette tyder på tilstandsvariablenes svakere evne til å predikere avkastninger over en lengre periode. I tillegg vil investoren i større grad sikre seg mot endringer i tilstandsvariabler i kommende perioder, dersom han låser investeringen i begynnelsen av investeringshorisonten.

6.7 Drøfting

I dette kapittelet har vi undersøkt effekten av å inkludere VIX-futures i en aksjeportefølje. Volatiliteten i markedet, og den negative risikopremien tilknyttet denne, har vist seg å være svært avhengig av rådende markedsforhold (Bollerslev, et al., 2011). Valg av

optimaliseringsmodell er i stor grad knyttet til den dynamiske karakteren til det volatilitetsaktivumet vi investerer i. Resultatene fra undersøkelsen tyder på at investering i volatilitetsfutures kan være et nyttig tilskudd i en aksjeportefølje, men bare dersom man tar hensyn til forhold som har innvirkning på den forventede avkastningsfordelingen. Optimaliseringen fokuserer direkte på porteføljevektene, og vi vil derfor ta hensyn til tidsvariasjoner i hele avkastningsfordelingen, i motsetning til bare forventet avkastning (Brandt & Santa-Clara, 2006).

Tidligere studier er splittet i spørsmålet om optimal allokering til volatilitetsfutures i et gjennomsnitt/varians-rammeverk (Alexander & Korovilas, 2011; Chen, et al., 2011; Jabłecki, et al., 2014). Våre resultater tyder heller ikke på at det finnes et klart svar på dette spørsmålet. Investoren som maksimerer sin nytte over én periode har en optimal statisk kort posisjon i VIX-futures «in-sample». Allokeringen endres til en lang posisjon dersom vi begrenser optimaliseringsperioden til kun å inkludere de første 100 månedene. Forklaringen på at porteføljevektene endres på denne måten kan i stor grad knyttes til et kort datagrunnlag. Avkastningen til VIX-futures under finanskrisen får dermed større innvirkning på de optimale porteføljevektene.

Det er tydelig at den gjennomsnittlige betingede avkastningsfordelingen er forskjellig fra den ubetingede fordelingen. Våre resultater tyder på at TED-spread og VIX-futures basis innehar en viss evne til å predikere fremtidige momenter i avkastningsfordelingen. Gjennomsnittlige posisjoner i VIX-futures synker (eventuelt større kort posisjon) betraktelig dersom vi inkluderer betingede porteføljer i optimaliseringen. Forutsigbarhet i avkastningsmomentene fører til at investoren kan øke sin posisjon i VIX-futures når dette er gunstig, mens den negative risikopremien til volatilitet fører til lavere allokeringer i normale tider. Testing av de optimale enkeltperiodeporteføljene «out-of-sample» forsterker resultatene vi fant «in-sample». Den betingede porteføljen hadde en signifikant forbedring av de risikojusterte avkastningstallene, i forhold til en statisk allokering. Dette understreker viktigheten av å ta hensyn til volatilitetens dynamiske karakter når vi inkluderer volatilitetsfutures i porteføljen.

VIX-futures basis og TED-spread har begge negativ innvirkning på de optimale porteføljevektene. Høy VIX-futures basis indikerer en stigende terminstruktur, og observeres ofte i sammenheng med rolige perioder i økonomien. Undersøkelsen våre legger seg dermed i rekken av studier som finner det lønnsomt å investere i VIX-futures når volatiliteten er høy og terminstrukturen er fallende (Jones, 2011; Gantenbein & Rehrauer, 2013; Simon &

Campasano, 2014). Høy TED-spread observeres vanligvis i perioder med markedsuro. De motstridende signalene fra tilstandsvariablene vil føre til at effekten av store endringer i én tilstandsvariabel ofte dempes som følge av negativ korrelasjon mellom variablene. Dette resulterer i en diversifiseringseffekt, og vektene vil variere i mindre grad.

Vi følger Brandt og Santa-Clara (2006) og utvider modellen til å maksimere nytten over to investeringsperioder. De risikojusterte avkastningstallene svekkes betraktelig både for den ubetingede og den betingede porteføljen. Avkastningenes struktur og kovarians mellom periodene «in-sample», ser ikke ut til å gjenta seg «out-of-sample». Resultatene gir indikasjon på «overfitting» av modellen, ved at modellen i for stor grad er tilpasset «in-sample» data (Hawkins, 2004).

En svakhet med vår metode, er antakelsen om en kvadratisk nyttefunksjon. Denne tar kun hensyn til de to første momentene i avkastningsfordelingen. Avkastningsfordelingen til VIX-futures har positiv skjevhet, en egenskap som investorer generelt sett foretrekker. Dette betyr at en salgsposisjon i VIX-futures kan ha egenskaper som ikke fanges opp av nyttefunksjonen, men som vil være av stor interesse for investorer i praksis. En interessant forlengelse av denne undersøkelsen vil være å vurdere optimal allokering til volatilitetsderivater i en dynamisk betinget modell, ved bruk av en nyttefunksjon som tar høyde for høyere avkastningsmomenter. Dette kan gjøres ved bruk av numerisk optimalisering. Brandt og Santa-Clara (2006) foreslår derimot å benytte en fjerde-ordens nyttefunksjon, hvor optimale vekter kan løses ved bruk av en gjetningsmetode. Metoden er svært presis for investeringshorisonter opp til ett år, selv for ikke-normale avkastningsfordelinger.

Vi undersøker VIX-futures med tre måneder løpetid, i kombinasjon med SPY over en relativt kort investeringshorisont. Det finnes utallige kombinasjoner av aktiva, tilstandsvariabler, investeringshorisonter, evalueringsmetoder og optimaliseringsteknikker som kan gi resultater som avviker betraktelig fra våre. Vår undersøkelse tar kun for seg ett spesifikt tilfelle. Vi vil allikevel ha muligheten til å trekke noen konklusjoner basert på våre resultater. En statisk allokering til VIX-futures ser ikke ut til å gi en forbedring av resultatene i forhold til en ren investering SPY. Resultatene våre indikerer dermed at disse produktene fungerer dårlig som ren diversifisering av en statisk aksjeportefølje. Inkludering av volatilitetsfutures i en aksjeportefølje virker derimot å generere gode risikojusterte resultater dersom man tar hensyn til produktenes dynamiske og tidsvarierende karakter.

7. Oppsummering og konklusjon

Vi har sett nærmere på de mest benyttede volatilitetsderivatene på markedet i dag, hvem som investerer i disse og hvorfor. I tillegg har vi vurdert nytten av å inkludere volatilitetsinstrumenter i en portefølje bestående av andre aktiva, både ved gjennomgang av tidligere forskning og ved egen undersøkelse.

Volatilitetsderivatene skiller seg fra hverandre på forskjellige måter. Blant annet i forhold til hvilken type volatilitet de er eksponert mot. Varians-swapper kan sees på som en forwardkontrakt på fremtidig realisert varians. I motsetning til dette vil volatilitetsfutures og volatilitetsopsjoner være kontrakter på fremtidig implisitt volatilitet. Felles for alle derivatene er at de påvirkes av den negative risikopremien til volatilitet. For volatilitetsfutures er terminstrukturen som regel stigende, for volatilitetsopsjoner er ofte implisitt volatilitet økende med utøvelsespris, og for varians-swapper er implisitt volatilitet vanligvis høyere enn realisert volatilitet. I alle tilfellene vil investorer som ønsker å redusere volatilitetsrisiko måtte betale en premie for dette.

Hovedtrekkene i vår undersøkelse i kapittel fem er at forskjellige motiver for investering i volatilitet er utbredt blant aktørene, men at spekulasjon og sikring er hovedmotivene ifølge respondentene. Volatilitetsderivatene danner et marked som muliggjør overføring av volatilitetsrisiko. Den negative korrelasjonen til andre aktivaklasser kan føre til at aktører investerer i disse instrumentene for å redusere tap forbundet med større markedsfall. Respondentenes uttalelser i spørreundersøkelsen indikerer at mye av aktiviteten i markedet er basert på spekulasjon, spesielt for aktører i kategorien «Leveraged Funds» samt private investorer. De mener derimot at aktører i kategorien «Asset Manager/Institutional» hovedsakelig benytter volatilitetsderivater som sikring. Størrelsen på utvalget gjør det riktignok vanskelig å trekke generelle konklusjoner for markedet i sin helhet.

Tidligere studier gir samlet sett ingen klare svar på hvordan volatilitetsinvesteringer bør kombineres med andre aktiva. Årsaken til dette kan knyttes til de forskjellige metodene, datagrunnlagene og forutsetningene som legges til grunn i hver studie. De fleste er riktignok enige om at en lang posisjon i volatilitet forbedrer resultatene i de fleste porteføljer i perioden rundt finanskrisen i 2008. Vi supplerer denne litteraturen ved å undersøke effekten av å inkludere VIX-futures i en aksjeportefølje, ved bruk av en dynamisk betinget optimaliseringsmodell. Resultatene fra undersøkelsen tyder på at investering i

volatilitetsfutures kan være et nyttig tilskudd i en aksjeportefølje, men bare dersom man tar hensyn til forhold som har innvirkning på den forventede avkastningsfordelingen. Tilstandsvariablene VIX-futures basis og TED-spread virker begge å ha negativ påvirkning på allokeringen til både aksjer og volatilitetsfutures. Den betingede enkeltperiodeporteføljen gir signifikant forbedring av de risikojusterte avkastningstallene, sammenlignet med en ren aksjeportefølje «out-of-sample». Den betingede toperiodeporteføljen gir derimot svakest resultater av samtlige porteføljer «out-of-sample».

Når det gjelder hvilke investorer slike instrumenter passer for, mener vi kunnskapsnivået til investoren er en viktig faktor. Det finnes mange forskjellige instrumenter, som til sammen muliggjør investering i volatilitet for de fleste investorer. Felles for disse instrumentene er riktignok en høy grad av kompleksitet. For eksempel vil verdien av volatilitetsopsjoner avhenge av volatilitetsfutures, som avhenger av en volatilitetsindeks, som igjen vil avhenge av indeksopsjoner på en aksjeindeks. I dette tilfellet kreves det en investor som forstår volatilitetsopsjonenes forhold til alle de forskjellige underliggende instrumentene. Dette samsvarer med synspunktene til flere av respondentene i spørreundersøkelsen.

Utredningen har hatt til formål å undersøke i hvilke sammenhenger det kan egne seg å investere i volatilitet. Dette i et overordnet, eksplorativt perspektiv for å gi innsikt og forståelse for flere aspekter ved volatilitetsinvesteringer. Videre forskning kan derfor innebære mer fokuserte studier. For eksempel kan dette være å vurdere optimal allokering til volatilitetsderivater i en dynamisk betinget modell, ved bruk av en nyttefunksjon som tar høyde for høyere avkastningsmomenter. Videre er vår spørreundersøkelse kun besvart av 14 respondenter. For å kunne uttale seg på en mer generell basis trengs et betydelig større utvalg, som også kan være et grunnlag for videre forskning.

Litteraturliste

Alexander, C., Kapraun, J. & Korovilas, D., 2015. Trading and Investing in Volatility Products. *Financial Markets, Institutions & Instruments,* 24(4), pp. 313-347.

Alexander, C. & Korovilas, D., 2011. *The Hazards of Volatility Diversification.* s.l.:ICMA Centre Discussion Papers in Finance.

Alexander, C. & Korovilas, D., 2012. *Understanding ETNs on VIX Futures.* s.l.:ICMA Centre Discussion Papers in Finance.

Alexander, C. & Korovilas, D., 2013. Volatility Exchange-Traded Notes: Curse or Cure?. *The Journal of Alternative Investments,* 16(2), pp. 52-70.

Alexander, C., Korovilas, D. & Kapraun, J., 2014. *Home-grown Diversification with Volatility Products.* s.l.:s.n.

Alexander, C., Korovilas, D. & Kapraun, J., 2016. Diversification with volatility products. *Journal of International Money and Finance,* Volum 65, pp. 213-235.

Allen, P., Einchcomb, S. & Granger, N., 2006. *Variance Swaps.* London: J.P. Morgan.

Ang, A. & Bekaert, G., 2007. Stock Return Predictability: Is it There?. *Review of Financial Studies,* 20(3), pp. 651-707.

Asensio, I. O., 2013. *The VIX-VIX Futures Puzzle,* s.l.: Unpublished paper, University of Victoria.

Badshah, I. U., 2009. *Asymmetric Return-Volatility Relation, Volatility Transmission and Implied Volatility Indexes.* Auckland: Auckland University of Technology.

Bakshi, G. & Kapadia, N., 2003. Delta-Hedged Gains and the Negative Market Volatility Risk Premium. *The Review of Financial Studies,* 16(2), pp. 527-566.

Bekaert, G. & Wu, G., 2000. Assymetric Volatility and Risk in Equity Markets. *The Review of Financial Studies,* 13(1), pp. 1-42.

Benninga, S., 2014. *Financial Modeling.* 4th red. Massachusetts: MIT Press.

Biscamp, L. & Weithers, T., 2007. *Variance swaps and CBOE S&P 500 variance futures.* Chicago: Euromoney Handbooks.

Black, F., 1976. Studies of Stock Price Volatility Changes. *Proceeedings of the 1976 Meeting of the American Statistical Association, Business and Economical Statistics Section,* pp. 177-181.

Black, F., 1976. The Pricing of Commodity Contracts. *Journal of Financial Economics,* 3(1), pp. 167-179.

Black, F. & Scholes, M., 1973. The Pricing of Options and Corporate Liabilities. *The Journal of Political Economy,* 81(3), pp. 657-654.

Black, K. H., 2006. Improving Hedge Fund Risk Exposures by Hedging Equity Market Volatility, or How the VIX Ate My Kurtosis. *Journal of Trading,* 1(2), pp. 6-15.

Bodie, Z., Kane, A. & Marcus, A. J., 2014. *Investments.* 10th red. New York: McGraw-Hill Education.

Bodie, Z. & Rosansky, V. I., 1980. Risk and Return in Commodity Futures. *Financial Analysts Journal,* 36(3), pp. 27-39.

Bollerslev, T., 1986. Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity. *Journal of Econometrics,* 31(3), pp. 307-327.

Bollerslev, T., Gibson, M. & Zhou, H., 2011. Dynamic estimation of volatility risk premia and investor risk aversion from option-implied and realized volatilities. *Journal of Econometrics,* 160(1), pp. 235-245.

Bordonado, C., Molnár, P. & Samdal, S. R., 2016. VIX Exchange Traded Products: Price Discovery, Hedging, and Trading Strategy. *The Journal of Futures Markets.*

Brandt, M. W. & Santa-Clara, P., 2006. Dynamic Portfolio Selection by Augmenting the Asset Space. *The Journal of Finance,* 61(5), pp. 2187-2217.

Brandt, M. W. & Santa-Clara, P., 2006. Dynamic Portfolio Selection by Augmenting the Asset Space. *The Journal of Finance,* 61(5), pp. 2187-2217.

Branger, N., Kraftschik, A. & Völkert, C., 2015. *The Fine Structure of Variance: Consistent Pricing of VIX Derivatives.* Muenster: University of Muenster - Finance Center Muenster.

Brenner, M. & Galai, D., 1989. New Financial Instruments for Hedging Changes in Volatility. *Financial Analysts Journal,* 45(4), pp. 61-65.

Brière, M., Burgues, A. & Signori, O., 2010a. Volatility Exposure for Strategic Asset Allocation. *Journal of Portfolio Management,* 36(3), pp. 105-116.

Brière, M., Burgues, A. & Signori, O., 2010b. Volatility as an Asset Class for Long-Term Investors. I: A. B. Berkelaar, J. Coche & K. Nyholm, red. *Interest Rate Models, Asset Allocation and Quantitative Techniques for Central Banks and Sovereign Wealth Funds.* Basingstoke: Palgrave Macmillan, pp. 265-279.

Brière, M., Fermanian, J. D., Malongo, H. & Signori, O., 2012. Volatility Strategies for Global and Country Specific European Investors. *Bankers, Markets and Investors,* Volum 29, pp. 17-29.

Britten-Jones, M., 1999. The Sampling Error in Estimates of Mean-Variance Efficient Portfolio Weights. *The Journal of Finance,* 54(2), pp. 655-671.

Britten-Jones, M. & Neuberger, A., 2000. Option Prices, Implied Price Processes, and Stochastic Volatility. *The Journal of Finance,* 55(2), pp. 839-866.

Campbell, J. Y., 1987. Stock Returns and the Term Structure. *Journal of Financial Economics,* 18(2), pp. 373-399.

Campbell, J. Y. & Hentschel, L., 1992. No news is good news: An asymmetric model of changing volatility on stock returns. *Journal of Financial Economics,* 31(3), pp. 281-318.

Carr, P. & Madan, D., 1998. Towards a Theory of Volatility Trading. I: R. A. Jarrow, red. *Risk Book on Volatility.* New York: Risk, pp. 417-427.

Carr, P. & Wu, L., 2009. Variance Risk Premiums. *Review of Financial Studies,* 22(3), pp. 1311-1341.

Cass, D. & Stiglitz, J. E., 1970. The structure of investor preferences and asset returns, and separability in portfolio allocation. *Journal of Economic Theory,* 2(2), pp. 122-160.

CBOE, 2015. *The CBOE Volatility Index - VIX*. White Paper: s.n.

CBOE, 2016. *The CBOE VVIX Index: Webområde for CBOE*. [Internett]
Available at: http://www.cboe.com/micro/vvix/
[Funnet 19 Juni 2016].

CFE, 2016. *The Basics: Webområde for CFE*. [Internett]
Available at: http://cfe.cboe.com/education/vixprimer/basics.aspx
[Funnet 18 Juni 2016].

CFTC, 2010. *Traders in financial futures explanatory notes*. [Internett]
Available at: http://www.cftc.gov/idc/groups/public/@commitmentsoftraders/documents/file/tfmexplanatorynotes.pdf
[Funnet 6 Juni 2016].

CFTC, 2016a. *About the COT reports: Webområde for CFTC*. [Internett]
Available at: http://www.cftc.gov/MarketReports/CommitmentsofTraders/AbouttheCOTReports/index.htm
[Funnet 6 Juni 2016].

CFTC, 2016b. *Explanatory notes: Webområde for CFTC*. [Internett]
Available at: http://www.cftc.gov/MarketReports/CommitmentsofTraders/ExplanatoryNotes/index.htm
[Funnet 6 Juni 2016].

Cheeseman, D., Emrich, S. & Lerner, B., 2011. *A Guide to VIX Futures and Options*. s.l.:Morgan Stanley Quantitative and Derivative Strategies.

Chen, H.-C., Chung, S.-L. & Ho, K.-Y., 2011. The diversification effects of volatility-related assets. *Journal of Banking & Finance*, 35(5), pp. 1179-1189.

Christie, A. A., 1982. The Stochastic Behaviour of Common Stock Stock Variances - Value, Leverage and Interest Rate Effects. *Journal of Financial Economics*, 10(4), pp. 407-432.

Coval, J. D. & Shumway, T., 2001. Expected Option Returns. *The Journal of Finance,* 56(3), pp. 983-1009.

Cox, J. C. & Ross, S. A., 1975. The Valuation of Options for Alternative Stochastic processes. *Journal of Financial Economics,* 3(1-2), pp. 145-166.

Daigler, R. T. & Rossi, L., 2006. A Portfolio of Stocks and Volatility. *The Journal of Investing,* 15(2), pp. 99-106.

Dalland, O., 1997. *Metode og oppgaveskriving for studenter.* 2 red. Oslo: Universitetsforlaget.

Dash, S. & Moran, M. T., 2005. VIX as a Companion for Hedge Fund Portfolios. *The Journal of Alternative Investments,* 8(3), pp. 75-80.

DeLisle, J., Doran, J. S. & Krieger, K., 2010. *Volatility as an Asset Class: Holding VIX in a Portfolio.* s.l.:s.n.

Demeterfi, K., Derman, E., Kamal, M. & Zou, J., 1999. A Guide to Volatility and Variance Swaps. *The Journal of Derivatives,* 6(4), pp. 9-32.

Deng, G., McCann, C. & Wang, O., 2012. Are VIX Futures ETPs Effective Hedges?. *The Journal of Index Investing,* 3(3), pp. 35-48.

Dueker, M. J., 1997. Strengthening the Case for the Yield Curve as a Predictor of US Recessions. *Federal Reserve Bank of St. Louis Review,* 1997(Mar), pp. 41-51.

Duffie, D., Pan, J. & Singleton, K., 2000. Transform Analysis and Asset Pricing for Affine Jump-diffusions. *Econometrica,* 68(6), pp. 1343-1376.

Dusak, K., 1973. Futures Trading and Investor Returns: An Investigation of Commodity Market Risk Premiums. *Journal of Political Economy,* 81(6), pp. 1387-1406.

Døskeland, T., 2014. *Personlig Finans.* 1st red. Bergen: Fagbokforlaget.

Egloff, D., Leippold, M. & Wu, L., 2010. The Term Structure of Variance Swap Rates and Optimal Variance Swap Investments. *Journal of Financial and Quantitative Analysis,* 45(5), p. 1279–1310.

Engle, R. F., 1982. Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation. *Econometrica,* 50(4), pp. 987-1007.

Engle, R. F. & Ng, V. K., 1993. Measuring and Testing the Impact of News on Volatility. *The Journal of Finance,* 48(5), pp. 1749-1778.

Estrella, A. & Hardouvelis, G. A., 1991. The Term Structure as a Predictor of Real Economic Activity. *The Journal of Finance,* 46(2), pp. 555-576.

Estrella, A. & Mishkin, F. S., 1997. The predictive power of the term structure of interest rates in Europe and the United States: Implications for the European Central Bank. *European Economic Review,* 41(7), pp. 1375-1401.

Fama, E. F. & French, K. R., 1989. Business Conditions and Expected Returns on Stocks and Bonds. *Journal of Financial Economics,* 25(1), pp. 23-49.

Fama, E. & French, K., 1993. Common risk factors in the returns on stocks and bonds. *Journal of Financial Economics,* 33(1), pp. 3-56.

Figlewski, S., 1984. Hedging Performance and Basis Risk in Stock Index Futures. *The Journal of Finance,* 39(3), pp. 657-669.

French, K. R. & Roll, R., 1986. Stock return variances: The arrival of information and the reaction of traders. *Journal of Financial Economics,* 17(1), pp. 5-26.

French, K. R., Schwert, G. W. & Stambaugh, R. F., 1987. Expected stock returns and volatility. *Journal of Financial Economics,* 19(1), pp. 3-29.

Galai, D., 1979. A Proposal for Indexes for Traded Call Options. *The Journal of Finance,* 34(5), pp. 1157-1172.

Gantenbein, P. & Rehrauer, A., 2013. Volatility as an Asset Class – A Valuable Portfolio Diversifier in Volatile Times?. *GSTF Journal on Business Review,* 2(4), pp. 224-230.

Gastineau, G. L., 1977. An Index of Listed Option Premiums. *Financial Analysts Journal,* 33(3), pp. 70-75.

Glosten, L. R., Jagannathan, R. & Runkle, D. E., 1993. On the Relation between the Expected Value and the Volatility of the Nominal Excess Return on Stocks. *The Journal of Finance,* 48(5), pp. 1779-1801.

Grant, M., Gregory, K. & Lui, J., 2007. *Considering all options.* New York: Goldman Sachs Global Investment Research.

Grant, M., Gregory, K. & Lui, J., 2007. *Volatility as an asset*. New York: Goldman Sachs Global Investment Research.

Gripsrud, G., Olsson, U. H. & Silkoset, R., 2010. *Metode og dataanalyse.* 2 red. Kristiansand: Høyskoleforlaget.

Guobuzaite, R. & Martellini, L., 2012. *The Benefits of Volatility Derivatives in Equity Portfolio Management*. s.l., EDHEC-Risk Institute.

Guo, J., de Roon, F. A. & ter Horst, J. R., 2010. *Being locked up hurts.* Bergen, EFA 2009 Bergen Meetings Paper.

Hafner, R. & Wallmeier, M., 2008. Optimal Investments in Volatility. *Financial Markets and Portfolio Management,* 22(2), pp. 147-167.

Hancock, G. D., 2005. A text book treatment of calculating returns on non-traditional portfolios. *Review of Financial Economics,* 14(2), p. 173–186.

Hart, C., 1998. *Doing a Literature Review*. 1 red. London: SAGE Publications Ltd.

Hawkins, D. M., 2004. The Problem of Overfitting. *Journal of Chemical Information and Computer Sciences,* 44(1), pp. 1-12.

Heston, S. L., 1993. A Closed-Form Solution for Oprions with Stochastic Volatility with Applications to Bond and Currency options. *The Review of Financial Studies,* 6(2), pp. 327-343.

Hill, J. M., 2013. The Different Faces of Volatility Exposure in Portfolio Management. *The Journal of Alternative Investments,* 15(3), pp. 9-31.

Hodrick, R. J., 1992. Dividend yields and expected stock returns: alternative procedures for inference and measurement. *The Review of Financial Studies,* 5(3), pp. 357-386.

Hoesli, M., Liljeblom, E. & Loflund, A., 2014. The effect of lock-ups on the suggested real estate portfolio weight. *International Real Estate Review,* 17(1), pp. 1-22.

Holme, I. M. & Solvang, B. K., 1996. *Metodevalg og metodebruk*. 3 red. Oslo: TANO.

Huberman, G. & Kandel, S., 1987. Mean-Variance Spanning. *The Journal of Finance,* 42(4), pp. 873-888.

Jabłecki, J. et al., 2014. *Volatility as a New Class of Assets? The Advantages of Using Volatility Index Futures in Investment Strategies.* Warsaw: University of Warsaw.

Jackson, N., 2008. *Systematic reviews of health promotion and public health interventions.* [Internett]
Available at: https://ph.cochrane.org/sites/ph.cochrane.org/files/uploads/HPPH_systematic_review_handbook.pdf
[Funnet 19 Mai 2016].

Jegadeesh, N. & Titman, S., 1993. Returns to Buying Winners and Selling Losers: Implications for Stock Market Efficiency. *The Journal of Finance,* 48(1), pp. 65-91.

Jesson, J. K., Matheson, L. & Lacey, F. M., 2011. *Doing Your Literature Review: Traditional and Systematic Techniques.* 1 red. London: SAGE Publications Ltd.

Johannessen, A., Christoffersen, L. & Tufte, P. A., 2011. *Forskningsmetode for økonomisk-administrative fag.* 3 red. Oslo: Abstrakt forlag.

Jones, T. L., 2011. A look at the Use of VIX Futures in Investment Portfolios: Buy-and-hold versus Tactical Allocations. *Journal of Trading,* 6(2), pp. 22-29.

Kan, R. & Zhou, G., 2012. Tests of Mean-Variance Spanning. *Annals of Economics and Finance,* 13(1), pp. 139-187.

Keating, C. & Shadwick, W. F., 2002. A Universal Performance Meas. *Journal of Performance Measurement,* 6(3), pp. 59-84.

Keim, D. B. & Stambaugh, R. F., 1986. Predicting Returns in the Stock and Bond Markets. *Journal of Financial Economics,* 17(2), pp. 357-390.

Lahart, J., 2016. Watch the VIX: It Matters This Time. *The Wall Street Journal*, 15 Juni.

Lee, B., 2012. *Using Volatility Futures as Extreme Downside Hedges.* s.l., 25th Australasian Finance & Banking Conference 2012.

Li, D. X., 1999. *Value at Risk Based on the Volatility, Skewness and Kurtosis.* New York: RiskMetrics Group.

Lintner, J., 1965. The Valuation of Risk Assets and the Selection of Risky Investments in Stock Portfolios and Capital Budgets. *The Review of Economics and Statistics,* 47(1), pp. 13-37.

Luo, F. & Dash, S., 2011. *VIX Futures and the Hedging og Bond Portfolios.* s.l.:S&P Indices Global Research and Design.

Mandelbrot, B., 1963. The Variation of Certain Speculative Prices. *The Journal of Business,* 36(4), pp. 394-419.

McDonald, R. L., 2014. *Derivatives Markets.* 4th red. Harlow: Pearson Education Limited.

Merton, R. C., 1972. An Analytic Derivation of the Efficient Portfpolio Frontier. *The Journal of Financial and Quantitative Analysis,* 7(4), pp. 1851-1872.

Merton, R. C., 1976. Option Pricing when Underlying Stock Returns are Discontinuous. *Journal of Financial Economics,* 3(1-2), pp. 125-144.

Mossin, J., 1966. Equilibrium in a Capital Asset Market. *Econometrica,* 34(4), pp. 768-783.

NBER, 2016. *US Business Cycle Expansions and Contractions; Webområde for NBER.* [Internett]
Available at: http://www.nber.org/cycles.html
[Funnet 19 Juni 2016].

Neuberger, A., 1994. The Log Contract. *Journal of Portfolio Management,* 20(2), pp. 74-80.

Nguyen, D. M. & Cheong, C. S., 2015. Enhancing Portfolio Performance with the Implied Volatility Index. *JASSA The Finsia Journal of Applied Finance,* Issue 2, pp. 26-32.

NYSE, 2016. *Listings Directory: Webområde for NYSE*. [Internett]
Available at: https://www.nyse.com/listings_directory/etf
[Funnet 19 Juni 2016].

Pastor, L. & Stambaugh, R. F., 2003. Liquidity Risk and Expected Stock Returns. *Journal of Political Economy,* 111(3), pp. 642-685.

Pézier, J. & White, A., 2008. The Relative Merits of Alternative Investments in Passive Portfolios. *The Journal of Alternative Investments,* 10(4), pp. 37-49.

Pindyck, R. S., 1984. Risk, Inflation, and the Stock Market. *The American Economic Review,* 74(3), pp. 335-351.

Riley, F. K., 1994. *Investment Analysis and Portfolio Management*. 4th red. New York: Dryden Press.

Rouwenhorst, G. K., 1998. International Momentum Strategies. *The Journal of Finance,* 53(1), pp. 267-284.

Rubinstein, M., 1994. Implied Binomial Trees. *The Journal of Finance,* 49(3), pp. 771-818.

Schmalensee, R. & Trippi, R. R., 1978. Common Stock Volatility Expectations Implied by Option Premia. *The Journal of Finance,* 33(1), pp. 129-147.

Schorock, N.W., 1971. The Theory of Asset Choice: Simultaneous Holding of Short and Long Positions in the Futures Market. *Journal of Political Economy,* 79(2), pp. 270-293.

Sentana, E., 1995. Quadratic ARCH Models. *The Review of Economic Studies,* 62(4), pp. 639-661.

Sharpe, W. F., 1964. Capital Asset Prices: A Theory Of Market Equilibrium Under Conditions Of Risk. *The Journal of Finance,* 19(3), pp. 425-442.

Simon, D. P. & Campasano, J., 2014. The VIX Futures Basis: Evidence and Trading Strategies. *Journal of Derivatives,* 21(3), pp. 54-69.

Stanescu, S. & Tunaru, R., 2013. *Investment Strategies with VIX and VSTOXX Futures.* s.l.:Kent Business School.

Stanton, C. W., 2011. Volatility as an Asset Class: The Potential of VIX as a Hedging Tool and the Shortcomings of VIX Exchange-Traded Notes. *The Journal of Investment Consulting,* 12(1), pp. 23-30.

Szado, E., 2009. VIX Futures and Options - A Case Study of Portfolio Diversification During the 2008 Financial Crisis. *The Journal of Alternative Investments,* 12(2), pp. 68-85.

Whaley, R. E., 1993. Derivatives on Market Volatility: Hedging Tools Long Overdue. *Journal of Derivatives,* 1(1), pp. 71-84.

Whaley, R. E., 2000. The Investor Fear Gauge. *The Journal of Portfolio Management,* 26(3), pp. 12-17.

Whaley, R. E., 2009. Understanding the VIX. *The Journal of Portfolio Management,* 35(3), pp. 98-105.

Wohlin, C., 2014. Guidelines for snowballing in systematic literature studies and a replication in software engineering. *Proceedings of the 18th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering (EASE '14),* 13 Mai.

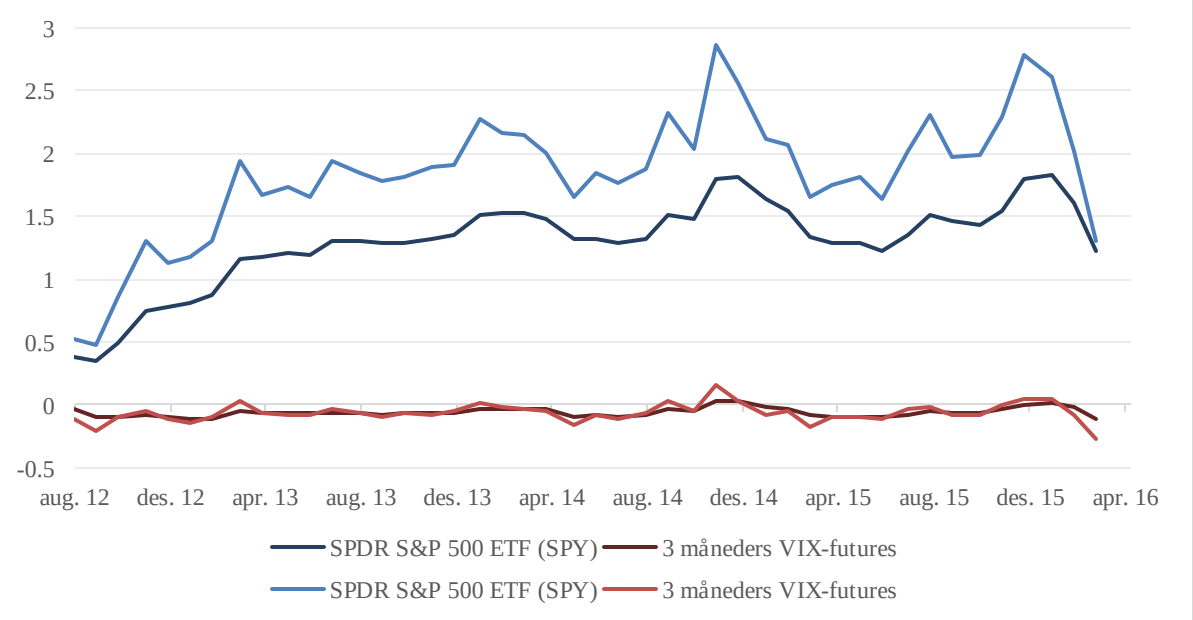
APPENDIKS A

Tabell 10: Ubetinget og betinget optimal porteføljesammensetning fra månedlige enkeltperiodeinvesteringer i optimaliseringsperioden

	Tilstandsvariabel	Ubetinget	Betinget
SPDR S&P 500 ETF (SPY)	1	0,3807 (0,6515)	0.4555 (0.8447)
	T-Bill		-0.8161 (1.5448)
	TED spread		-2.1468 (1.5926)
	Term spread		-0.6412 (1.0496)
	VIX futures basis		-1.3484 (0.7415)
3 måneders VIX futures	1	0,0210 (0,2291)	-0.2773 (0.2798)
	T-Bill		-0.6259 (0.6662)
	TED spread		-0.8254 (0.6118)
	Term spread		-0.1907 (0.3162)
	VIX futures basis		-0.5153 (0.2647)
P-verdi			0,2946

APPENDIKS B

Figur 15: In-sample, Tidsserie av porteføljevektene fra betinget optimal portefølje fra 2-periodeinvesteringer med rebalanseringsgrense.



Tabell 11: Out-of-sample, deskriptiv statistikk og prestasjonsmål for betinget 2-periodeinvestering ved 20 % og 50 % reallokering

	Betinget 2P (20%)	**Betinget 2P (50%)**	**Betinget 2P**
Gj.snittlig meravkastning	1.560%	2.340%	1.535%
Standardavvik	4.735%	6.607%	5.652%
LPSD	5.357%	7.277%	7.753%
VaR(95%)	5.743%	7.297%	5.508%
Maksimalt tap	-16.900%	-23.344%	-25.047%
Skjevhet	-1.2320	-1.1523	-2.5068
Kurtose	4.3026	4.2725	10.5611
Annualisert Sharpe rate	1.1409	1.2267	0.9409
Annualisert Sortino rate	1.0085	1.1138	0.6860
Omega rate	2.4611	2.6389	2.1358

APPENDIKS C

Tabell 12: : In-sample, ubetinget og betinget optimal portefølje fra 2-periodesnvesteringer med lock-up for VIX-futures

	Tilstandsvariabel	Ubetinget	Betinget
Periode 1			
SPDR S&P 500 ETF (SPY)	1	0.1829 (0.5961)	0.3926 (0.6009)
	TED spread		-0.8726 (0.7518)
	VIX futures basis		-0.8183 (0.5555)
Periode 2			
SPDR S&P 500 ETF (SPY)	1	0.2507 (0.5961)	0.2514 (0.6614)
	TED spread		-0.7957 (0.3297)
	VIX futures basis		-0.5737 (0.5794)
Periode 1 & 2			
3 måneders VIX futures	1	-0.0301 (-0.0458)	-0.2207 (0.1377)
	TED spread		-0.0727 (0.1613)
	VIX futures basis		-0.239 (0.1899)
P-verdi			0,0156

Tabell 13: Out-of-sample, deskriptiv statistikk og prestasjonsmål for betinget 2-periodeinvestering samt, ubetinget og betinget portefølje med 2-måneders lock-up periode for VIX-futures.

	Ubetinget lock-up	Betinget lock-up	Betinget 2P
Gj.snittlig meravkastning	0.341%	1.671%	1.963%
Standardavvik	0.865%	4.430%	4.386%
LPSD	1.026%	5.948%	4.372%
VaR(95%)	1.105%	5.553%	4.745%
Maksimalt tap	-2.668%	-16.185%	-13.561%
Skjevhet	-1.1645	-1.7020	-0.7447
Eksess kurtose	2.2385	5.3078	2.6031
Annualisert Sharpe-rate	1.3643	1.3068	1.5502
Annualisert Sortino-rate	1.1505	0.9734	1.5549
Omega-rate	2.6834	2.7274	3.2608

Appendiks D

Request for participation in research project

"Expert comments on the market for volatility derivatives"

Background and purpose

The market for volatility derivatives, and other related products, is relatively new. There is little information concerning the reason for why the market emerged, in addition to who uses the products and why they are using them. The goal of this project is to review the aforementioned questions, by gathering expert comments from people with knowledge and experience with these products. The project is part of a master thesis, written as part of the MSc programme at the Norwegian School of Economics (data controller).

The sample is selected (by the students themselves) via telephone/email to mainly investment banks and other financial institutions, with employees possessing good knowledge about the market for volatility derivatives.

What does participation in the project imply?

Participation in the project implies completion of an online questionnaire. The questions will concern the market for (and use of) volatility derivatives and other related products. For instance the participants' professional view on volatility as an asset class, or the motivation behind investing in volatility.

What will happen to the information about you?

All personal data will be treated confidentially. Only the students, supervisor and data processor (Qualtrics) will have access to personal data.

As the intention behind this project is to collect expert opinions, we request some personal data to be made available for use in the publication. The participants will be recognizable in the publication only with the participants' consent. The questionnaire will contain a direct question regarding this matter. Participants agree to participate in the project by completing the questionnaire. Potential quotes will be requested in advance.

The project is scheduled for completion by 20. June 2016. Personal data made available for use in the publication (by participants' consent) will be stored for 5 years after project completion, at the database of the data controller. During this storage period, only the data controller will have access to the personal data. The purpose of this storage period is to provide grounds for results presented in the publication. As the storage period expires, personal data will be made anonymous.

Personal data, not made available for use in the publication, will be made anonymous by project completion.

Voluntary participation

It is voluntary to participate in the project, and you can at any time choose to withdraw your consent without stating any reason. If you decide to withdraw, all your personal data will be made anonymous.

If you would like to participate or if you have any questions concerning the project, please contact:

Henrik Døvik (Project manager)
Tlf.: + 47 974 313 53
Email: henrik.dovik@student.nhh.no

Tommy Stamland (Supervisor)
Tlf.: +47 559 593 08
Email: tommy.stamland@nhh.no

The project has been notified to the Data Protection Official for Research, NSD - Norwegian Centre for Research Data.

Appendiks E

Spørreskjema

Q1.1 The main questions in this questionnaire is concerning the motives for investing in volatility. However, to separate the opinions of different market participants, some questions will be concerning your company/employment. Also, as this questionnaire collects expert opinions, some personal information is desired to be made available for use in the thesis. A direct question regarding this matter is included at the end of the questionnaire.

If some questions should ask for information you consider confidential, please state so in your answer. Keep in mind that all personal information is treated confidentially, and is only published with your consent.

As the main intention behind this survey is to supplement the limited research on this topic, we ask you to elaborate as much as possible by using provided text boxes.

You participate in our project by completing this questionnaire. For more information about the project and the handling of personal information, please read the Project information sheet.

Thank you for participating!

Q1.2 The CFTC's (U.S. Commodity Futures Trading Commission) Traders in Financial Futures report uses the following classification of market participants. Which category describes your firm/division?

- ❍ Dealer/Intermediary "Typically, these are dealers and intermediaries that earn commissions on selling financial products, capturing bid/offer spreads and otherwise accommodating clients." (1)
- ❍ Asset Manager/Institutional "These are institutional investors, including pension funds, endowments, insurance companies, mutual funds and those portfolio/investment managers whose clients are predominantly institutional." (2)
- ❍ Leveraged Funds "These are typically hedge funds and various types of money managers, including registered commodity trading advisors (CTAs); registered commodity pool operators (CPOs) or unregistered funds identified by CFTC." (3)

❍ None of the above (please specify) (4) _____

Q1.3 In your job, do you participate in any form of asset management?

❍ Yes (please specify) (1) _____
❍ No (2)

Answer If In your job, do you participate in any form of asset management? Yes Is Selected

Q1.4 What is the investment time horizon of the portfolio(s) in which you are involved?

Answer If In your job, do you participate in any form of asset management? Yes (please specify) Is Selected

Q1.5 In what types of financial instruments do you generally invest?

Answer If In your job, do you participate in any form of asset management? Yes Is Selected

Q1.6 Who is your client base?

Q1.7 In the following questions we use the terms:Volatility Futures: Futures based on a volatility index (this includes indirect trading in futures through ETPs).Volatility Options: Options based on a volatility index (this includes options with volatility ETPs as underlying).Variance Swaps: OTC derivative with payout dependent on realized variance and the predetermined variance strike.

Q1.8 Which volatility products/derivatives do you have experience with?

❑ Volatility Futures (1)
❑ Volatility Options (2)
❑ Variance Swaps (3)
❑ Other (please specify) (4) _____
❑ I have no experience with volatility products/derivatives (5)

Answer If In your job, do you participate in any form of asset management? Yes Is Selected

Q1.9 What volatility products/derivatives are used in the portfolio(s) you are currently involved in?

- ❑ Volatility Futures (1)
- ❑ Volatility Options (2)
- ❑ Variance Swaps (3)
- ❑ Other (please specify) (4) _____
- ❑ I do not use volatility products/derivatives (5)

Answer If In your job, do you participate in any form of asset management? Yes (please specify) Is Selected And What volatility products/derivatives are used in the portfolio(s) you are currently involved in? I do not use volatility products/derivatives Is Not Selected

Q1.10 In the portfolio(s) you are currently involved, please explain the main motive(s) for investing in selected volatility products/derivatives.

Q1.11 Please rate your knowledge in the following volatility products/derivatives.

	Extremely knowledgeable (1)	Very knowledgeable (2)	Moderately knowledgeable (3)	Slightly knowledgeable (4)	Not knowledgeable at all (5)
Volatility Futures (1)	❍	❍	❍	❍	❍
Volatility Options (2)	❍	❍	❍	❍	❍
Variance Swaps (3)	❍	❍	❍	❍	❍

Answer If Please rate your knowledge in the following volatility products/derivatives. Volatility Futures - Not knowledgeable at all Is Not Selected

Q2.1 When using Volatility Futures, what are market participants' main motive(s)? If possible, please elaborate using the text boxes (e.g. if you believe motives differ among market participants).

- ❑ Speculation (e.g. betting on a specific direction) (1) _____
- ❑ Diversification (enhance risk/return in a portfolio) (2) _____

- ❑ Hedging (e.g. hedging vega risk in a portfolio of options) (3) _____
- ❑ Other (please specify) (4) _____

Answer If Please rate your knowledge in the following volatility products/derivatives. Volatility Options - Not knowledgeable at all Is Not Selected

Q2.2 When using Volatility Options, what are market participants' main motive(s)? If possible, please elaborate using the text boxes (e.g. if you believe motives differ among market participants).

- ❑ Speculation (e.g. betting on a specific direction) (1) _____
- ❑ Diversification (enhance risk/return in a portfolio) (2) _____
- ❑ Hedging (e.g. hedging vega risk in a portfolio of options) (3) _____
- ❑ Other (please specify) (4) _____

Answer If Please rate your knowledge in the following volatility products/derivatives. Variance Swaps - Not knowledgeable at all Is Not Selected

Q2.3 When using Variance Swaps, what are market participants' main motive(s)? If possible, please elaborate using the text boxes (e.g. if you believe motives differ among market participants).

- ❑ Speculation (e.g. betting on a specific direction) (1) _____
- ❑ Diversification (enhance risk/return in a portfolio) (2) _____
- ❑ Hedging (e.g. hedging vega risk in a portfolio of options) (3) _____
- ❑ Other (please specify) (4) _____

Answer If Which volatility poducts/derivatives do you have experience with? Other (please specify) Is Selected

Q2.4 You answered "Other" in the question "Which volatility products/derivatives do you have experience with?".For these products/derivatives, what are market participants' main motive(s)? If possible, please elaborate using the text boxes (e.g. if you believe motives differ among market participants).

- ❑ Speculation (e.g. betting on a specific direction) (1) _____

- ❑ Diversification (enhance risk/return in a portfolio) (2) _____
- ❑ Hedging (e.g. hedging vega risk in a portfolio of options) (3) _____
- ❑ Other (please specify) (4) _____

Q2.5 For each market participant, select the option that in your opinion is the most correct.

	Main motivation for investing in volatility			Most used investment vehicle when investing in volatility		
	Speculation (1)	Diversification (2)	Hedging (3)	Futures (1)	Options (2)	Swaps (3)
Asset Manager/Institutional (1)	❍	❍	❍	❍	❍	❍
Leveraged Funds (2)	❍	❍	❍	❍	❍	❍
Retail Investors (3)	❍	❍	❍	❍	❍	❍

Q2.6 Please elaborate if possible:

Q3.1 In your opinion, for which types of investors are volatility products/derivatives most suitable?

Q3.2 In your opinion, what is the most appealing feature of volatility as an asset class?

Q3.3 In your opinion, what is the least appealing feature of volatility as an asset class?

Q3.4 Do you have any further comments regarding volatility as an asset class, motives for investing, or other additions to earlier questions? All supplementary information is much appreciated.

Q4.1 What is your full name (Not mentioned in publication without your consent)?

Q4.2 What is the company name of your employer (Not mentioned in publication without your consent)?

Q4.3 Your job title (Not mentioned in publication without your consent)?

Q4.4 Your email address (for potential quotation requests and communication)?

Q4.5 As this questionnaire collects expert opinions, some personal information is desired to be made available for use in the thesis. Potential quotes will be requested in advance.

Please select the following option(s) that coincide with your consent.

- ❑ I allow the use of my name in the Thesis (1)
- ❑ I allow the use of the company name of my employer in the Thesis (2)
- ❑ I allow the use of my job title in the Thesis (4)
- ❑ None of the above (3)